ज्योतिर्विलास

अथवा

रात्रीची दोन घटका मौज

हा ग्रंथ

शंकर बाळकृष्ण दीक्षित

ह्यानीं लिहिला.



प्रकाशक

बळवंत गणेश दाभोळकर

आवृत्ति तिसरी (इ० सन १९०४)

पुणें पेठ शनिवार मेहुणपुरा एथें

रावजी श्रीधर गोंधळेकर ह्यांचे " जगद्धितेच्छु " छापखान्यांत छापिली.

किंमत दीड रुपया.

ह्या ग्रंथाविषयीं अभिप्राय

ज्योतिःशास्त्रावर अशा तऱ्हेचा मराठींत हा पहिलाच ग्रंथ आहे, असें म्हणण्यास कांहीं हरकत नाहीं. विश्वाची रचना, त्याचें अनंतत्व व तत्संबंधी कधींही न ढळणारे नियम यांबद्दलचे प्राचीन व अर्वाचीन ज्योतिष्यांचे विचार एकवटून सोप्या व मनोरंजक भाषेनें महाराष्ट्र वाचकांस समजून देण्याचें काम याप्रमाणें आजपर्यंत कोणींच केलें नव्हतें. व रा० रा० शंकर बाळकृष्ण दीक्षित यांचेपेक्षां हें काम करण्यास अधिक योग्य गृहस्थ सांपडणें कठिण. इंग्रजींत "पाप्युलर अस्ट्रॉनमी" नामक ज्योतिःशास्त्रावर ज्या नमुन्याचीं पुस्तकें होतात त्याच नमुन्यावर मराठींत हा ग्रंथ रचला आहे. व भारतीय आणि पाश्चात्य अशा दोन्ही ज्योतिषांची ग्रंथकारांस चांगली माहिती असल्यामुळें हा ग्रंथ केवळ भाषांतरासारखा न होतां मनोरंजक स्वतंत्र ग्रंथाप्रमाणें झाला आहे. आकाशांतील चंद्रसूर्यांच्या वगैरे देखाव्यांचीं ग्रंथांतून जीं चित्रें दिलीं आहेत, तींही सुबक झालीं असून कांहीं कांहीं तर थेट विलायती नमुन्याप्रमाणें उतरलीं आहेत. ग्रंथाच्या शेवटीं खगोलाचे ३ नकाशे जोडले आहेत, त्यांवरून अगदीं नवख्या मनुष्यासही मुख्य मुख्य तारांची ओळख सहज करून घेतां येईल. एकंदरींत ज्योतिःशास्त्रावर किंबहुना दुसऱ्या कोणत्याही शास्त्रावर अशा रीतीनें लिहिलेला मनोरंजक स्वतंत्र ग्रंथ मराठींत झालेला आमचे पाहण्यांत नाहीं.

बाळ गंगाधर टिळक, बी. ए. एल्‌एल्. बी. (केसरी कर्ते).

आतांपर्यंत प्रकाशित झालेले माझे उपयुक्त ग्रंथ

१. **नीतिशास्त्राचीं मूलतत्त्वें**—**हर्बर्ट स्पेन्सर** ह्यांच्या "The Data of Ethics" ह्या ग्रंथाच्या आधारानें प्रो० **चिंतामण गंगाधर भानु**, बी. ए. ह्यांकडून लिहविला.—प्रती शिल्लक नाहींत.

२. **न्यायतत्त्वें**—सदरप्रमाणें "Justice" ह्या ग्रंथाच्या आधारानें. किंमत २ रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

३. **ज्योतिर्विलास** अथवा **रात्रीची दोन घटका मौज**—रा० रा० **शंकर बाळकृष्ण दीक्षित** ह्यांकडून लिहविला.—(आवृत्ति तिसरी) किंमत १॥ रुपया; टपाल हंशील ३ आणे.

४. **संसारसुख**—दी राइट ऑनरेबल सर **जॉन लबक्**, एम्. पी. ह्यांच्या "The Pleasures of Life" ह्या ग्रंथाच्या आधारानें रा० सा० **कृष्णाजी परशुराम गाडगीळ** ह्यांकडून लिहविला.—प्रती शिल्लक नाहींत.

५. **शास्त्ररहस्य**—रा० रा० **ना० ल० फडके**, बी. ए.; रा० रा० **शं० बा० दीक्षित**; प्रि० **म० शि० गोळे**,एम. ए; प्रो० **वि० बा० भाटे**, बी. ए.; प्रो० **धों० के० कर्वे**, बी. ए.; रा० सा० **कृ० प० गाडगीळ**; प्रो० **चिं० गं० भानु**, बी. ए.; रा० रा० **ह० ना० आपटे** व रा० रा० **रा० भि० जोशी** ह्या नऊ विद्वानांकडून निरनिराळ्या ९ विषयांवर निबंध लिहवून एकत्र तयार केला.—प्रती शिल्लक नाहींत.

६. **आत्मनीतीचीं तत्त्वें** आणि **परोपकार**—**हर्बर्ट स्पेन्सर** ह्यांच्या "The Ethics of Individual Life" व "Beneficence" ह्या ग्रंथांच्या आधारानें यथाक्रम रा० रा० **नारायण लक्ष्मण फडके**, बी. ए. व प्रो० **धोंडो केशव कर्वे**, बी. ए. ह्यांकडून लिहवून एकत्र केला.—प्रती शिल्लक नाहींत.

७. **नीतिशास्त्राचे सामान्य सिद्धान्त**—**हर्बर्ट स्पेन्सर** ह्यांच्या "The Inductions of Ethics" ह्या ग्रंथाच्या आधारानें प्रो० **धोंडो केशव कर्वे**, बी. ए. ह्यांकडून लिहविला.—किंमत १॥। रुपये टपालहंशील ३ आणे.

८. **धर्ममीमांसा-नैसर्गिक धर्म** आणि **भौतिक धर्म**.—भट्ट **मोक्षमूलर** ह्यांच्या "Natural Religion" व "Physical Religion" ह्या ग्रंथांच्या आधारानें रा० रा० **शंकर बाळकृष्ण दीक्षित** ह्यांकडून लिहविला.-किंमत २॥ रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

९. **राजनीतीचीं मूलतत्त्वें** (भाग १)—**हेनरी सिजविक्** ह्यांच्या "The Elements of Politics" ह्या ग्रंथाच्या आधारानें रा० रा० **वासुदेव**

पटवर्धन, बी. ए. व प्रो० **धोंडो केशव कर्वे**, बी. ए. ह्यांकडून लिहविला.—किंमत २॥ रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

१०. **अज्ञेयमीमांसा** (स्पेन्सरचरित्रासह)—**हर्बर्ट स्पेन्सर** ह्यांच्या " First Principles " ह्या ग्रंथाच्या " The Unknowable " भागाच्या आधारानें रा० रा० **नारायण लक्ष्मण फडके**, बी. ए. ह्यांकडून लिहविला.—किंमत १॥। रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

११. **धर्ममीमांसा-पितृमूलक धर्म** आणि **आध्यात्मिक धर्म**—भट्ट **मोक्षमूलर** ह्यांच्या " Anthropological Religion " व " Psychological Religion " ह्या ग्रंथांच्या आधारानें रा० रा० **शंकर बाळकृष्ण दीक्षित** ह्यांकडून लिहविला.-किं० २॥ रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

१२. **जीवनशास्त्राचीं सामान्य तत्त्वें** (पुस्तक १)—रा० रा० **विठ्ठल बाळकृष्ण भाटे**, बी. ए. ह्यांकडून स्वतंत्र ग्रंथरूपानें लिहविला.-किंमत १॥। रुपये; ट.हं. ३ आणे.

१३. **ज्ञेयमीमांसा** (पूर्वार्ध)—**हर्बर्ट स्पेन्सर** ह्यांच्या " First Principles " ह्या ग्रंथाच्या " The Knowable " भागाच्या पूर्वार्धाच्या आधारानें रा० रा० **नारायण लक्ष्मण फडके**, बी. ए. ह्यांकडून लिहविला.—किंमत २॥ रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

१४. **भारतवर्षीय भूवर्णन** (प्राचीन)—रा० रा० **शंकर बाळकृष्ण दीक्षित** ह्यानीं लिहिला.—प्रती शिल्लक नाहींत.

१५. **ज्ञेयमीमांसा** (उत्तरार्ध)—**हर्बर्ट स्पेन्सर** ह्यांच्या "First Principles" ह्या ग्रंथाच्या, " The Knowable " भागाच्या आधारानें रा० रा० **नारायण लक्ष्मण फडके**, बी. ए. ह्यांकडून लिहविला.-किंमत २॥ रुपये; टपालहंशील ३ आणे.

१६. **जीवितकर्तव्य** अथवा **संसारकर्तव्य**—दी राइट ऑनरेबल **लॉर्ड एव्हबरी** ह्यांच्या " The Use of Life " ह्या ग्रंथाच्या आधारें रा० रा० **दत्तात्रेय नारायण नावर**, बी. ए., एल्एल्. बी. ह्यांकडून लिहविला.-प्रती शिल्लक नाहींत.

१७. **राणीच्या राज्याचा इतिहास**—जस्टिन् मॅकार्थीकृत " A History of Our Own Times " ह्या ग्रंथाधारें रा०रा० **नारायण लक्ष्मण फडके**, बी. ए. ह्यानीं लिहिला.-किंमत २ रुपये; टपालहंशील २ आणे.

१८. **आत्मविद्या**—रा० सा० **हरि गणेश गोडबोले**, बी. ए. ह्यानीं आर्यतत्त्वज्ञानाच्या प्राचीन व अर्वाचीन ग्रंथांच्या आधारें स्वतंत्र रीतीनें लिहिला.-प्रती शिल्लक नाहींत.

नारायण पेठ, घर नंबर ४६८ पुणें सिटी.

बळवंत गणेश दाभोळकर
प्रकाशक.

पहिल्या आवृत्तीची प्रस्तावना

ईश्वराची प्रत्येक कृति अद्भुत आहेच. तथापि आकाशस्थ ज्योतींच्या गतिस्थित्यादिकांचे चमत्कार पाहून आणि त्यांचें ज्ञान करून घेऊन ईश्वरी कृतींचें आणि शक्तींचें महत्त्व आणि अपारत्व जसें दिसून येतें तसें इतर गोष्टींनें दिसून येत नाहीं. अति प्राचीन कालापासून अनंत आकाशांतील चमत्कारांकडे मनुष्यजातीचें लक्ष लागलें आहे. जिज्ञासु लोकांच्या प्रयत्नानें आज जे आकाशांतले अद्भुत चमत्कार त्यांस समजले आहेत, ते प्रत्येक मनुष्याला स्वतःच्या तशा प्रयत्नानें समजण्याचा संभव नाहीं. म्हणून ते त्यांजपासूनच समजून घेतले पाहिजेत. ह्या ज्ञानाचें भांडार अन्य भाषांत आहे. त्याचा लाभ करून घेण्याचें साधन सर्वांसच उपलब्ध असतें असें नाहीं. आणि ज्यांस आहे त्यांतल्या सर्वांसच त्याची प्राप्ति अंशतः किंवा सर्वतः करून घेण्यास कालादिकांची अनुकूलता असते असें नाहीं. म्हणून त्या ज्ञानभांडारांतील थोडाबहुत अंश ज्यास मिळाला असेल त्या प्रत्येकास त्याचा लाभ इतरांसही करून द्यावा असें वाटत असेल. आपण कांहीं चमत्कार पाहिला कीं तो कोणाला तरी केव्हां सांगेन असें होतें, याचा अनुभव तर सर्वांस आहे. परंतु असे अपरोक्ष व परोक्ष चमत्कार पाहण्याची तरी अभिरुचि लोकांत कितपत आहे हें समजण्याचें साधन माझ्यासारख्यापेक्षां नेहमींच्या पुस्तकप्रकाशनानें याविषयीं अनुभव आलेल्या रा० रा० **बळवंत गणेश दाभोळकरा**सारख्यांस जास्त आहे. त्यांच्याही मनांत असा एकादा ग्रंथ व्हावा असें आलें. यावरून केवळ कादंबरीपेक्षां गहन अशा ग्रंथाविषयीं अभिरुचि लोकांत उत्पन्न झाली आहे असें वाटून, आणि अभिरुचि व ग्रंथप्रकाशन या गोष्टी कांहीं अंशीं अन्योन्याश्रित आहेत असेंही मनांत येऊन हा ग्रंथ यथामति लिहिला. हा लिहिण्याविषयीं मनाची प्रवृत्ति होण्यास कारण मुख्यतः दाभोळकर हे झाले म्हणून याच्या प्रकाशनाचें श्रेय त्यांस आहे.

ज्योतिःशास्त्राचीं लहान मोठीं बरींच पुस्तकें मराठींत असतां या ग्रंथाचें प्रयोजन काय असें सहज कोणी म्हणेल. त्यास एक तर मराठींत जीं पुस्तकें आहेत तीं सर्व केवळ विद्यार्थ्यांकरितां लिहिलेलीं आहेत. ज्योतिःशास्त्र हा विषयच स्वभावतः मनोहर आहे; तथापि तीं पुस्तकें सामान्य वाचकांस उपयोगी

आणि मनोरंजक व्हावीं एवढ्याच उद्देशानें लिहिलेलीं नसल्यामुळें तीं तशीं नसणें साहजिक आहे. दुसरें असें कीं, ज्योतिःशास्त्र हें जागरूक शास्त्र आहे. व त्यासंबंधें नवे नवे शोध प्रत्यहीं लागत आहेत. मराठींतलीं पुस्तकें कोणत्या ना कोणत्या तरी इंग्लिश पुस्तकांचीं बहुधा निव्वळ भाषांतरें आहेत. त्यांचीं मूळ पुस्तकें कांहींचीं तर इ० सन १८५० किंवा १८६० च्या पूर्वींचीं व दोन-तिहींचीं बहुधा दहावीस वर्षांच्या पूर्वींचीं असल्यामुळें व त्यांचा मूळ उद्देश कमी व्यापक असल्यामुळें कालानुगामित्व आणि विषयवैचित्र्य हे गुण साहजिकच कमी असणें संभवतें. म्हणून सामान्यवाचकोपयोगित्व, मनोरंजकत्व कालानुगामित्व आणि विषयवैचित्र्य हे गुण पुस्तकांत आणण्याचा उद्देश मुख्यतः धरून तशा प्रकारच्या अनेक पुस्तकांच्या अवलोकनानें हें पुस्तक रचिलें आहे. प्रत्येक जाणत्या महाराष्ट्रीयास ज्योतिःशास्त्रसंबंधें जें जें ज्ञान थोडेंसें तरी असावें असें मला वाटतें; त्याचा संग्रह या पुस्तकांत करण्याचा प्रयत्न केला आहे. हे उद्देश कितपत सिद्धीस गेले आहेत हें पहाणें वाचकांकडे आहे.

पारिभाषिक शब्दांवांचून तर गत्यंतर नाहीं. व क्वचित् शास्त्रीय विषयास शोभे अशी भाषा योजावी लागली. तथापि विषय जितका सुबोध होईल तितका करण्याचा प्रयत्न केला आहे. तरी शास्त्रीय विषय कादंबरीसारखा सुबोध कसा होणार? कोणत्याही गोष्टींचीं कारणें न सांगतां त्या नुसत्या दिल्या तर ज्योतिःशास्त्राच्या ग्रंथासही कादंबरीसारखें सुबोधत्व आणितां येईल. परंतु मनुष्य कितीही मनोरंजनप्रिय असला तरी ज्यास जिज्ञासा नाहीं असा मनुष्य नाहीं. वास्तवचमत्कार कादंबरीसारखे वाचून त्यास आनंद होईल. परंतु लागलेंच त्यास वाटूं लागेल कीं ‘ याचें कारण काय? ’ म्हणून या पुस्तकांतील बहुतेक गोष्टी सोपपत्तिक किंवा सकारण सांगितल्या आहेत. शिवाय कांहीं गोष्टी समजण्यास त्यांचीं लक्षणें वगैरे रूक्ष प्रकारांशिवाय गत्यंतरच नाहीं. म्हणून तेही आले आहेत. परंतु यामुळें हें पुस्तक विद्यार्थी व इतर वाचक या दोघांसही उपयोगी होईल अशी माझी समजूत आहे.

ह्या पुस्तकांतलीं बहुतेक प्रकरणें इंग्लिश ग्रंथांच्या आधारें लिहिलीं आहेत. तरी हें एकाद्या पुस्तकाचें निवळ भाषांतर नाहीं. एक प्रकरण मात्र बहुतेक भाषांतर म्हणतां येईल, तरी त्यांत भाषांतर अक्षरशः नाहीं. इंग्रजींतला मतलब तेवढा संक्षेपानें मराठींत आणिला आहे. शिवाय त्यांत माझें म्हणून कांहीं तरी आहे. म्हणून तें प्रकरण भाषांतर नव्हे असें म्हणण्याचा मला अधिकार

आहे. या लिहिण्यावरून भाषांतररूपी ग्रंथांची योग्यता मी कमी समजतों असा मात्र माझा उद्देश कोणीं समजूं नये.

ज्योतिःशास्त्रांतील पुष्कळ अनुमेय गोष्टींविषयीं आजपर्यंत अनेकांचे अनेक तर्क झाले आहेत. त्यांपैकीं जे सांप्रत निराधार ठरले आहेत त्यांचा या ग्रंथांत बहुधा मुळींच उल्लेख केला नाहीं. ज्या गोष्टींविषयीं मतभेद आहे त्यांविषयीं सांप्रत जें मत बहुमान्य आहे तेंच बहुधा दिलें आहे. क्वचित् इतर मतेंही सांगितलीं आहेत. परिशिष्ट २ यांत अगदीं अर्वाचीन शोधानें सिद्ध झालेलीं अशींच मानें दिलीं आहेत. त्यांतलीं कक्षेसंबंधी मानें शेवटच्या ग्रहांचीं कदाचित् किंचित् स्थूल असतील. बाकीच्यांचीं अगदीं सूक्ष्म आहेत. ग्रहांचीं द्रव्यें व त्यांचे व्यास यांचीं मानें हीं कांहीं ग्रहांचीं अद्यापि खात्रीलायक ठरलीं नाहींत. त्यांत शेवटल्यांपेक्षां अलीकडचीं सूक्ष्म आहेत.

या पुस्तकांतील चवथें, नववें व बारावें ह्या प्रकरणांचे मूळाधार संस्कृत व इंग्लिश ग्रंथांतले आहेत, तरी हीं प्रकरणें इंग्लिश ग्रंथांत नाहींतच परंतु संस्कृतांतही अशा रूपानें कोणत्याच ग्रंथांत नाहींत. मराठींत तारांचे नकाशे आजपर्यंत दोन तीन झाले. परंतु त्या सर्वांपेक्षां आमचीं प्राचीन २७ नक्षत्रें व प्राचीन ग्रंथांतल्या इतर तारा यांची ओळख इतर कोणाच्या साह्यावांचूनही करून घेण्यास प्रस्तुत पुस्तकांतले नक्षत्रपट व त्यासंबंधी चवथ्या व तिसऱ्या प्रकरणांतील विवरण हीं जास्त उपयोगीं पडतील. इच्छा व प्रयत्न मात्र पाहिजे. ह्या नक्षत्रपटांतल्या तारांचें ज्ञान झाल्यावर रा० रा० दा० ग० केळकर यांच्या नकाशांवरून इतर तारांची माहिती करून घेण्यास फार सोपें पडेल. आठवें प्रकरण मराठींत नवीनच आहे. पांचवेंही तसेंच म्हटलें तरी चालेल. १९ वें व २० वें हींही बहुतेक नवीन आहेत. शिवाय प्रत्येक प्रकरणांत कांहीं तरी नवीन आहे. परिशिष्ट १ हें तर बहुतेक मराठींत कोणास ठाऊकच नाहीं. आजपर्यंत कोणत्याही एका मराठी पुस्तकांत आलेली नाहीं अशी माहिती या पुस्तकांत निदान सवाशें पृष्ठें आहे. व सुमारें ४० पृष्ठें माहिती अगदीं नवीन नाहीं तरी या पुस्तकांत ती अशा रूपानें दिली आहे कीं वाचकांस ती नवीच वाटेल.

या पुस्तकांतील थोडींशीं चित्रें इतर मराठी पुस्तकांत आहेत. परंतु बहुतेक चित्रें मराठींत आजपर्यंत आलीं नाहींत अशीं आहेत. या सर्वांचा व नक्षत्रपटांचा सुरेखपणा मराठींत एक खेरीज करून इतर पुस्तकांत दृष्टीस पडावयाचा नाहीं.

ग्रहांच्या प्रकरणांत त्यांची पुढील २ वर्षांची स्थिति दिली आहे. ती व इतर अनुभव घेण्यासारख्या गोष्टी पुस्तकांत पुष्कळ सांगितल्या आहेत, त्यांचा वाचकांनीं अनुभव घेऊन पहावा.

या पुस्तकांतील कांहीं प्रकरणें अशीं आहेत कीं त्यांवर एकेक स्वतंत्र ग्रंथ होईल. त्यांतील विषयांचें विवेचन या पुस्तकांत यथावकाश केलें आहे.

इंग्रजी ग्रंथकारांपैकीं **न्यूकोंब, प्रॉक्टर** आणि **लॉकियर,** यांच्या ग्रंथांचा त्यांतही मुख्यतः पहिल्याच्या पुस्तकाचा आधार प्रस्तुत पुस्तकास विशेषतः आहे. ग्रहांच्या प्रकरणांत त्यांवर वस्ती आहे कीं नाहीं याविषयीं अनुमानें आहेतः त्यांस आधार मुख्यतः प्रॉक्टरच्या ग्रंथांचा आहे. परिशिष्ट १ यांतील विषुवांश आणि क्रांति हीं अंगें मुख्यतः फ्रेंच भाषेंतील connaissance des temps (कालज्ञान) या नांवाच्या वार्षिक पंचांगावरून, कांहीं इंग्रजी Nautical Almanac (नाविक पंचांगा) वरून व कांहीं इंग्रजींतील प्रसिद्ध तारास्थितिपत्रकांवरून घेतलीं आहेत. या पुस्तकांतले नक्षत्रपट तयार करितांना रा० रा० **बाबजी विठ्ठल कुळकर्णी** यांचा 'तारकादर्श' व रा०रा० **दामोदर गणेश केळकर** यांचे 'आकाशाचे देखावे' मला पहाण्यास सांपडले. मराठींतलीं ज्योतिःशास्त्राचीं बहुतेक पुस्तकें मीं केव्हा तरी पाहिलीं आहेत. अर्थात् तदधिगत ज्ञानाचा उपयोग हें पुस्तक लिहितांना झालाच आहे. शिवाय अनेक संस्कृत व इंग्लिश पुस्तकांचा उपयोग हें पुस्तक लिहितांना झाला आहे. त्यांचीं नावें कोठवर लिहावीं? या सर्व ग्रंथांच्या गत अथवा विद्यमान कर्त्यांचा अथवा त्यांच्या प्रकाशकांचा मी फार आभारी आहें.

या पुस्तकांतले नक्षत्रपट तयार करण्याच्या कामीं रा० रा० **गणेश सखाराम खरे,** सुपरवायझर, इरिगेशन डिपार्टमेंट खानदेश यांचें फारच साह्य झालें. तसेंच रा०रा० **परशुराम लक्ष्मण दातार,** निसबत कुलाबा वेधशाळा यानीं वेळोवेळीं तारादिकांसंबंधें पुष्कळ माहिती दिली. या उभय गृहस्थांचा मीं फार आभारी आहें.

ज्योतिःशास्त्राचें थोडेंबहुत ज्ञान प्रत्येकास असतेंच. तथापि या पुस्तकापासून कांहींतरी वाचकांच्या ज्ञानास थोडीबहुत भर पडली किंवा पुष्टि आली तर आपण आपलें कर्तव्य अंशतः तरी केलें असें वाटून मला समाधान होईल.

धुळें, ता० २३ सप्टंबर १८९२ | **शंकर बाळकृष्ण दीक्षित.**

इंग्रजींतील शब्दांस ह्या ग्रंथांत योजलेले मराठी पारिभाषिक शब्द

Relative—सापेक्ष
Physical—भौतिक
Physical constitution—भौतिक घटना; शारिर घटना; घटना
Mass—द्रव्य; द्रव्यसंच
Photograph—प्रकाशलेख
Prism (in optics)—परशु
Spectrum—वर्णलेख
Spectroscope—वर्णलेखक
Occultation—पिधान
Synodical revolution—अमाप्रदक्षिणा
Diffraction—अपभवन
Radiation—अरीभवन
The Sun's Photosphere—सूर्याचा तेजोगोल
The Sun's Protuberance; Prominence; Flame—सूर्याचें तेजःशृंग
The Sun's Chromosphere; Sierra—सूर्याचें क्रकचावरण; वातावरण
The Sun's Corona—सूर्याचें प्रभामंडल
Zodiacal light—क्रांतितेज
Absorption—निगिलन
Erruption—उद्गमन
Local Time—निजकाल
Elongation—इनापगम
Superior conjuction—बहिर्योग
Inferior conjuction—अंतर्योग
Transit—अधिक्रमण
Head of a comet—धूमकेतूचा अग्रभाग
Nebula of a comet—धूमकेतूची तारा
Coma of a comet—धूमकेतूची शिखा
Tail of a comet—धूमकेतूचें पुच्छ; केतु
Parabola—अन्वस्त
Hyperbola—अपास्त
Meteor, Meteoroid, Meteorite—अशनि
Shooting star—उल्का
Aerolite—अशनि
Photometer—प्रकाशमापक
Catologue of stars—तारास्थितिपत्रक
Binary system—मिथुनमाला
Cluster of stars—तारकागुच्छ
Nebula—तेजोमेघ (अभ्रिमेघ)
Temperature—तप्तता
Convection—प्रवहण
Structure and arrangement of the Universe—विश्वसंस्था

सूचना:—पहिल्या नक्षत्रपटांत आश्लेषांच्या तारा चुकल्या असून त्यांची दुरुस्ती होण्यास मार्ग नाहीं, सबब एथें देतों:-उत्तरच्या ९ व्या प्रतीच्या ३ तारा रद्द समजाव्या. दक्षिणच्या २ कायमपैकीं ३·९ प्रतीच्या तारेच्या पूर्वेस ३·३ प्रतीची तिसरी तारा अक्षांश रेषेजवळ आहे. व सदरहू तीन तारांच्या दक्षिणेस रेखांशरेषेच्या आंत ९ व्या प्रतीच्या दोन तारा आहेत.

सन १९०५ चे आरंभींचे नक्षत्रांच्या योगतारांचे विषुवांश,

नांव		प्रत	विषुवांश			
भारतीय नांव व नक्षत्रपुंजांतील नं०	युरोपियन		तास	मिनिटें	सेकंद	वर्षगति सेकंद
अश्विनी २	बीटाएरायटीज	२·७	१	४९	२३·४	+३·३०
भरणी ३	४१ एरायटीज	३	२	४४	२३·६	+३·५५
कृत्तिका ५	ईटाटारी	३	३	४१	५०·१	+३·५६
रोहिणी ५	आल्डिबरान	१·१	४	३०	२८·१	+३·४३
मृग ५	लांबडा ओरायन	४	५	२९	५४·२	+३·३०
आर्द्रा	ग्यामाजेमिनोरम	१·९	६	३२	१३·५	+३·४६
पुनर्वसु २	पोलाक्स	१·२	७	३९	३०·३	+३·७२
पुष्य ३	डेल्टाकांक्री	४·५	८	३९	१७·६	+३·४२
आश्लेषा ५	झीटाहैड्री	३·३	८	५०	२२·४	+३·१८
मघा ३	रेग्युलस	१·३	१०	३	१८·८	+३·२२
पूर्वाफल्गुनी २	थीटालियोनिस	३·४	११	९	१५·४	+३·१६
उत्तराफल्गुनी २	डेनिबोला	२·२	११	४४	१२·९	+३·१०
हस्त ४ तर्जनी	डेल्टाकार्वि	३·१	१२	२४	५६·९	+३·११
चित्रा	स्पायका	१·२	१३	२०	११·२	+३·१६
स्वाति	आर्कट्यूरस	०·३	१४	११	१९·७	+२·८१
विशाखा १	आल्फालिब्री	२·९	१४	४५	३७·३	+३·३२
अनुराधा ३	डेल्टास्कार्पिआय्	२·५	१५	५४	४२·८	+३·५४
ज्येष्ठा २	अंटारिज्	१·३	१६	२३	३४·८	+३·६७
मूळ ८	लांबडा स्कार्पिआय	१·८	१७	२७	९·४	+४.०७
पूर्वाषाढा ४	लांबडा साजिटेरिस्	२·९	१८	२२	६·५	+३·७१
उत्तराषाढा १	फाय् साजिटेरिस्	३·३	१८	३९	४३·३	+३·७५
अभिजित् १	व्हीगा	०·१	१८	३३	४३·३	+२·०१
श्रवण २	आल्टेर	०·९	१९	४६	८·९	+२·८९
धनिष्टा ३	आल्फाडेल्फिनी	३·९	२०	३५	१३·५	+२·७८
शतभिषक्	लांबडा अक्केराय्	३·९	२२	४७	३९·५	+३·१३
पूर्वाभाद्रपदा २	मार्काब	२·६	२३	०	१·७	+२·९८
उत्तराभाद्रपदा २	आल्जेनिब	२·९	०	८	२०·६	+३·०९
रेवति २२	झीटापीशियम्	५·४	१	८	४६·०	+३·१२
रेवति २९	म्यूपीशियम्	४·५	१	२५	१२·२	+३·१३

क्रांति, कदंबाभिमुख भोग, व कदंबाभिमुख शार.

क्रांति				भोग			शार		
अंश	कला	विकला	वर्षगति विकला	अंश	कला	विकला	अंश	कला	विकला
उ २०	२०	३७.९	+१७.८	३२	३८	३२	उ ८	२९	८
उ २६	५२	१५.३	+१५.२	४६	५२	४९	उ १०	२६	४०
उ २३	४८	४२.२	+११.४	५८	३९	५७	उ ४	२	२८
उ १६	१९	७.३	+ ७.६	६८	२७	४१	द ५	२८	३४
उ ९	५२	१८.३	+२.८५	८२	२२	४७	द १३	२२	५१
उ १६	२८	५०.७	− २.८	९७	४६	३८	द ६	४५	१२
उ २८	१५	२१.८	− ८.४	१११	५४	१७	उ ६	४०	३८
उ १८	३०	१९.१	−१२.८	१२७	२३	४७	उ ०	४	३४
उ ६	१८	२६.८	−१३.६	१३३	१५	१३	द १०	५८	३८
उ १२	२५	५४.२	−१७.५	१४८	३०	३३	उ ०	२९	४८
उ १५	५६	५६.०	−१९.६	१६२	५	४२	उ ९	४०	२८
उ १५	६	११.४	−२०.०	१७०	१७	५७	उ १२	१३	२
द १५	५९	११.६	−१९.९	१९२	७	४६	द १२	११	५
द १०	३९	५५.९	−१८.८	२०२	३०	५६	द २	२	५०
उ १९	४०	३६.४	−१६.८	२०७	५४	२९	उ ३०	४८	८
द १५	३८	५०.१	−१५.०	२२३	४५	२९	उ ०	२०	४३
द २२	२१	६.०	−१०.४	२४१	१५	५	द १	५८	७
द २६	१३	१७.५	− ८.२	२४८	२५	१८	द ४	३३	२७
द ३७	२	५.४	− २.९	२६३	१५	४०	द १३	४२	३२
द २५	२८	२८.८	+ १.९	२७४	५५	३०	द २	७	८
द २७	५	१९.६	+ ३.५	२७८	५१	११	द ३	५६	२१
उ ३८	४१	४१.८	+ २.९	२८३	५९	४	उ ६१	४४	१६
उ ८	३७	१.३	+ ८.९	३००	२६	७	उ २९	१८	२२
उ १५	३४	३६.४	+१२.६	३१६	४	६	उ ३३	२	३४
द ८	५	६.९	+१९.१	३४०	१४	५४	द ०	२३	४
उ १४	४१	३८.४	+१९.४	३५२	९	४४	उ १९	२४	२९
उ १४	३९	१९.६	+२०.०	७	४९	५६	उ १२	३५	५०
उ ७	४	२३.३	+१९.१	१८	३२	५३	द ०	१२	५७
उ ५	३९	१३.८	+१८.५	२१	४८	७	द ३	३	५९

अनुक्रमणिका

विषयांची

प्रकरण	पृष्ठ
१. हा काय चमत्कार आहे ? …	१
२. स्वप्न—खरेंच ……………	९
३. दिव्य भ्रमण……………………	१६
४. देवांचीं मंदिरें ……………	२७
५. आकाशस्थ ज्योतींविषयीं लोक आजपर्यंत काय म्हणत आले ?	४८
६. रजनीवल्लभ, अंक १………	६४
,, अंक २………	७५
७. सविता…………………	८६
८. पृथ्वीवरील सर्व घड्याळांचें घड्याळ ………………	१००
९. पंचांग ……………………	१०९
१०. ग्रहणें …………………	१२०
११. बुध ………………………	१३१
१२. ग्रहांचे उदयास्त म्हणजे दर्शनादर्शनें ………………	१३९
१३. शुक्र …………………	१४६
१४. मंगळ …………………	१५४
१५. लघु ग्रह ………………	१६२
१६. गुरु………………………	१६५
१७. शनि… ………………	१७३
१८. युरेनस आणि नेप्च्युन् (प्रजापति आणि वरुण)………	१८३
१९. उल्का …………………	१९०
२०. धूमकेतु…………………	१९९
२१. तारका…………………	२१४
२२. विश्व………………	२२२-२३६
परिशिष्ट १ } ,, २ }	ग्रंथाचे शेवटीं

चित्रांची

अंक	पृष्ठ
१ निरनिराळ्या ग्रहांवरून दिसणारीं सापेक्ष सूर्यबिंबें………	१२
२ ग्रहांचीं सापेक्ष अंतरें………	१३
३. ग्रहांचे सापेक्ष आकार ……	१४
४. पृथ्वी आणि चंद्र यांचे सापेक्ष आकार ………………	६९
५. दुर्बिणींतून पाहिलेला कृष्णसप्तमीचा चंद्र. ……………	७६
६. चंद्रावरील एका ज्वलत्पर्वताचें मुख…………………	७८
७. सूर्यबिंबातिलक …………	८९
८. सूर्याचें प्रभामंडल आणि तेजःशृंगें …………………	९२
९. सूर्याचा तेजोगोल, ककचावरण आणि तेजःशृंगें………	९३
१०. शुक्रकलावृद्धिक्षय ………	१४८
११. मंगळावरील समुद्र आणि भूमिप्रदेश ………………	१५९
१२. दुर्बिणींतून पाहिलेला गुरु …	१६७
१३. वलयांकित शनि …………	१७५
१४. सिंहोल्कांचें उद्गमस्थान आणि गमनमार्ग ……………	१९३
१५. इ०सन १८३५ चा धूमकेतु …	१९९
१६. अतिमनोहर तारकागुच्छ …	२१९
१७. मृगांतील तेजोमेघ ………	२२०
१८. विल्यम् हर्शलच्या मतें विश्वसंस्था …………………	२२५
१९. विश्वसंस्था ………………	२२७
नक्षत्रपट—पहिला, दुसरा, तिसरा. }	ग्रंथाचे शेवटीं

ज्योतिर्विलास

अथवा

रात्रीची दोन घटका मौज

हा काय चमत्कार आहे ?

तेजोनिधि सविता* पश्चिम-दिक्प्रांतीं विश्रांति घेण्यास जात आहे आणि तेणेंकरून सकल व्यवसायी जनांस तसेंच करण्याविषयीं सुचवीत आहे, हें पाहून प्रातःकालापासून त्या सवित्यानें आपल्या नांवांप्रमाणें नानाप्रकारच्या उद्योगाविषयीं प्रेरित केलेला जन आपापला कामधंदा आटपण्यास लागतो. कोणी आपल्या वसतिस्थानाच्या इतस्ततःप्रदेशीं असलेल्या देवांच्या दर्शनास जात असतात. कोणी नदीतीरीं संध्यावंदनादिकांनीं ईशचरणीं मन लावून भक्तिरसानें परमानंदसमुद्रांत मग्न होत असतात. कोणी समुद्रकांठीं, नदीतीरीं, किंवा मैदानांत हवा खाण्यास जाऊन दिवसभर थकलेल्या मनास निसर्गदर्शनोपभोगादिकांनीं विश्रांति देत असतात. कांहीं वेळानें कोणी भोजनादिक आटपून घराबाहेर आंगणांत किंवा दुसऱ्या एकाद्या उघड्या जाग्यांत बसून किंवा शतपावली करीत करीत ईश्वरगुणानुवाद करीत असतात. कोणी काव्यशास्त्रकलाविनोदांत निमग्न असतात. कोणी मित्रांसह इकडल्या तिकडल्या गप्पा छाटीत असतात. सर्वांचेंच असें भाग्य कोठलें? कोणी एका व्यवसायांतून सुटून उदरभरणार्थ दुसऱ्या व्यवसायास लागतो. कोणी पाकनिष्पत्ति करीत असतो. कोणी चिंतामग्न असतो. तथापि असाही मनुष्य मुद्दाम म्हणा, किंवा साहजिक म्हणा, रात्रीच्या पूर्वभागीं क्षणभर विश्रांति घेतोच घेतो. व अशा अनेक प्रकारांनीं विश्रामसुखास्वाद घेणाऱ्या मनुष्याचें आकाशाकडे एकादे वेळीं तरी सहज लक्ष जातें. तशांत भगवान् रजनीवल्लभ उदय पावलेला असला तर तो आपल्या आनंददायक चन्द्रिकेनें मनुष्याचें मन आपल्याकडे सहज आकर्षितो. प्रतिपदाद्वितीयेची चंद्रकोर पाहून ज्याचें मन आनंदभरित होत नाहीं असा कोण आहे? रमणीय पूर्णचंद्र पाहून क्षणभरही ज्यास दुःखाचा विसर पडत नाहीं इतका हतभागी कोण आहे? लहान मुलेंही मातेच्या कटिप्रदेशीं आरो-

* सविता म्हणजे प्रेरणा करणारा

ह्मण करून चांदोबाकडे पाहून आनंदभरित होतात. कोणी ' चांदोबा चांदोबा भागलास का ' इत्यादि चुटके म्हणत नाचत बागडत असतात. चंद्रबिंबावरून ढग धांवत असलेले पाहून ' चंद्र धांवत आहे ' असें कोणी मुलें म्हणत असतात व कोणी ' चंद्र धांवत नाहीं, ढगच धांवत आहेत ' अशी त्यांची समजूत करीत असतात. कोणी आकाशकटाहांत सर्वत्र पसरलेलीं हजारों नक्षत्रें पाहून ' परडीभर फुलें, तुझ्यानें वेंचवतना माझ्यानें वेंचवतना ' अशा उखाण्यांनीं त्यांचें अनंतत्व, अपारत्व व चिरस्थायित्व दर्शवीत असतात. सारांश, केव्हां ना केव्हां थोडा फार वेळ तरी आकाशांतील तेजांचे विलास पाहून आनंदाश्चर्यसमुद्रांत पोंहत नाहीं असा कोणी नाहीं.

सहस्ररश्मीस राग येऊन त्यानें आपल्या तीव्र करांचा मारा सुरू केल्यामुळें गर्भगलित होऊन त्यापुढें तोंड वर काढण्यासही भिऊन गेलेली व गार वाऱ्याची एकादी झुळूक येऊन ती क्षणभर तरी या तापापासून मुक्त करील कीं काय अशाविषयीं उत्कंठित झालेली आमची कांहीं मित्रमंडळी, तो उष्णरश्मि तपन गेला कीं आहे, गेला कीं आहे, हें हळूच पहात पहात तो कोठें दिसेनासा झाल्यावर कांहीं वेळानें बाहेर पडून एका नदीच्या तीरीं गेली. नदीच्या रमणीय उदकानें त्यांच्या तापविमोचनाशेला पाझर फुटूं लागला. इतक्यांत पश्चिमच्या बाजूस सुंदर तेज चमकूं लागलें, तिकडे त्यांचें लक्ष गेलें. किती तरी आनंददायक तेज तें! त्याला पाहून सर्व दिवसाचा ताप नाहींसा होत चालला. जसजसें त्याजकडे पहावें तसतसें अधिकाधिकच कौतुक वाटूं लागतें. त्याजकडे पहातच रहावें असें वाटतें. काळोख पडत चालला तसतसें तें अधिकच चमकूं लागलें. त्याच्या भोंवतीं लहानमोठ्या अनेक तांरा* चमकत होत्या. गेल्या दहा बारा दिवसांत या बाजूस कधीं दृष्टीस न पडून आजच नवीन दृष्टीस पडल्यामुळें तें विशेषच चित्ताकर्षक झालें होतें. अनेक मनुष्यें त्याजकडे पाहून आनंदभरित होत होतीं. कोणी त्यास वंदन करीत होतीं. कोणी त्याजकडे आपल्या वस्त्राची एक दशी फेंकून ' जुनें घे आणि नवें दे ' म्हणत होतीं. ती द्वितीयेची नूतन चंद्रकला ईश्वरी तेजाची साक्षात् प्रतिमाच आहे काय अशी वाटण्याजोगी आनंददायक खरीच. उन्हाळ्याचे दिवस असल्यामुळें नदीतीरीं दोन घटका बसून करमणूक करण्याचा मंडळीचा क्रम चालला होता, त्याप्रमाणें दुसऱ्या दिवशींही ही मंडळी गेली. कालच्यापेक्षां आ-

* हा शब्द मूळचा स्त्रीलिंगी असल्यामुळें या ग्रंथांत तसा घातला आहे.

ज चंद्र पश्चिम दिशेस बराच वर दिसूं लागला. आणि त्याची तेजस्वी कोरही सुमारें कालच्या दुप्पट आज दिसत होती. चंद्राच्या वरच्या बाजूस सुमारें अर्ध्या आकाशांत एक अतिमनोहर तारा दिसत होती. सगळ्या आकाशांत तितकी तेजस्वी आणि रमणीय दुसरी ताराच नव्हती. अहाहा, काय तिचें तेज! संस्कृत भाषेंत तेजाला शुक्र असें एक नांव आहे. आपण त्या तारेस शुक्र असें म्हणूं. चंद्र पहिल्या दिवशीं दिसला तेव्हां त्यापासून ती लांब होती. दुसऱ्या दिवशीं तिच्या बराच जवळ चंद्र आला. जणुकाय शुक्राच्या तेजस्वितेमुळें चंद्राच्या मनांत स्पर्धा उत्पन्न झाली आहे आणि आपल्या तेजाची एकेक कला वाढवून आपण शुक्राचें अतिक्रमण करावें असें चंद्रानें मनांत आणिलें आहे असें दिसूं लागलें. तिसऱ्या रात्रीं पाहतां तसेंच झालें. चंद्राचें तेज आणखी एक कला वाढलें असून तो शुक्रास मागें टाकून पुढें पूर्वेस गेला. याप्रमाणें चंद्र प्रतिदिवशीं वाढत झपाट्यानें पुढें पुढें पूर्वेकडे जात चालला. सुमारें पंधरा दिवसांनीं सायंकाळीं तो पूर्वेस उगवला. त्या वेळीं त्याचा आरक्तपणा काय सांगावा! तो केवढा तरी मोठा दिसत होता! पहिल्या दिवशींची लहानशी चंद्रकोर कोणीकडे, आणि त्या दिवशींचा तो पूर्ण चंद्र कोणीकडे. जसजसा वर येत चालला तसतशी त्याची आरक्तता कमी होत चालली. आणि त्याचें बिंब किंचित् लहान परंतु आल्हादकारक दिसूं लागलें. अहाहा, किती तरी त्याचें तेज रमणीय आणि शीतल! सगळा दिवसभर कितीही श्रम मनुष्यास झाले असले तरी क्षणभर चांदण्यांत बसतांच त्या श्रमांचा परिहार होतो. फार तर काय, पण त्या आनंदांत तहानभूकही नाहींशी होऊन सर्व रात्र चांदण्यांतून उठूं नये असें वाटतें. आमची त्या रात्रीं अशीच स्थिति झाली. किती काळ आह्मी या कौमुदीमध्यें मोद पावत होतों ह्याचें आह्मांस भानही राहिलें नाहीं. परंतु काय सांगावें, हा आनंद त्या मत्सरी दैवास सहन झाला नाहीं असें दिसतें. एकाएकी चंद्रबिंब पूर्वेच्या बाजूस काळें दिसूं लागलें. पहातां पहातां अर्धें बिंब काळें पडलें. आणि उत्तरोत्तर तो क्रम चाललाच होता. चंद्रास कोणीं घेरलें? त्याचा कोणी ग्रास करीत आहे कीं काय? असे विचार आमचे चालले आहेत, इतक्यांत बिंबाच्या बहुतेक भागाचें ग्रहण झालें. आतां सगळ्या चंद्राचा ग्रास होतो कीं काय अशी आह्मांस भीति पडली. बहुतेक भाग ग्रस्त झाला. आमच्या सुदैवानें सुमारें द्वितीयेच्या चंद्राहूनही फार कमी इतकी कोर मात्र नैर्ऋत्येकडची शिल्लक राहिली, व बाकी-

चें सर्व बिंब आरक्त दिसूं लागलें. तो आरक्तपणा[1] चंद्रोदयींच्या आरक्तपणाहून निराळा होता. शेष राहिलेला तेजस्वी भागही जातो कीं काय अशा चिंतेंत बराच वेळ आम्ही होतों; इतक्यांत तेजस्वी भाग वाढत चालला, तेव्हां आमच्या जीवांत जीव आला. कांहीं वेळानें बरेंच ग्रहण सुटलें, इतक्यांत, चंद्राचा ग्रास झाला आहे त्यास सोडवावें म्हणूनच कीं काय पूर्वेस त्याचा मित्र[2] वर येत आहे अशीं चिन्हें दिसूं लागलीं. त्याच्या प्रभावानें कीं काय न कळे, तो येण्यापूर्वींच बहुतेक ग्रहण सुटलें. इतक्यांत सूर्यानें मस्तक वर केलें; व तो त्या चंद्राकडे निरखून पहात आहे असें आह्मांस दिसलें. तरी त्यावेळीं ग्रहण पूर्ण सुटलें नव्हतेंच. तेव्हां मित्र प्रत्यक्ष आला असतांही आपलें संकट दूर होत नाहीं, असा मित्र काय कामाचा ? असें वाटून व हा आपला अपमान झाला अशी समजूत होऊनच कीं काय चंद्र लागलाच क्षितिजाच्या आड खालीं गेला. ग्रहणांतून चंद्र मुक्त होईल अशी आशा आह्मांस लागली असून ती पूर्ण होण्याचा संभव दिसत आहे, तोंच ग्रहणमोक्ष न होतां चंद्र दिसेनासा झाला. यामुळें दुःखित होऊन कित्येकांनीं त्या दिवशीं अन्नपाणीही घेतलें नाहीं. सायंकाळीं सूर्यास्त झाला तरी रोजच्याप्रमाणें चंद्र दिसेना; तेव्हां त्यास पाहण्याविषयीं सर्व लोकांचे नेत्र अधिकच उत्सुक झाले. इतक्यांत ग्रहणापासून मुक्त झालेला चंद्र दिसूं लागला. तेव्हां सर्वांचा आनंद गगनीं मावेना. पण दुसऱ्या दिवशीं सूर्यास्ताबरोबर चंद्र दिसेना. तिसरे दिवशींही तसेंच झालें. एक दिवस झाला, दोन झाले, तीन झाले, तरी चंद्र पूर्वींप्रमाणें सायंकाळीं सूर्यास्ताबरोबर दिसेना, तेव्हां चंद्रावर असें संकट तरी काय आलें आहे, आज चंद्रदर्शन झाल्यावांचून अन्न घ्यावयाचें नाहीं, असा पुन्हां चतुर्थ दिवशीं पुष्कळांनीं निश्चय केला. तेव्हां त्या संकष्टनाशनव्रतानेंच कीं काय त्या दिवशीं (चतुर्थीस) चंद्र सुमारें आठ घटका रात्रीस प्रसन्नवदन उगवलेला दिसला. तरी पण त्याजवर कांहीं तरी संकट आलें होतें खरेंच, असें दिसून आलें. तो पूर्णिमेच्या रात्रीप्रमाणें पूर्ण नव्हता. त्याचा बराच भाग नाहींसा झाला होता.

याप्रमाणें मंडळीचा क्रम बरेच दिवस चालला. तितक्या अवकाशांत आकाशांत पुष्कळ उलाढली झालेल्या दिसल्या, त्यांत चंद्र हा रोज दोन दोन घटका मागाहून उगवतो असें अनुभवास आलें. पुढें दहा बारा दिवशीं सहज

---

१. ग्रहणकाळचा आरक्तपणा काळसर रंगावर असतो. २. मित्र शब्द सूर्याचाही वाचक आहे हें सुप्रसिद्धच आहे.

आकाशाकडे दृष्टि गेली, तों पूर्वेकडे चंद्रकला दिसली. तेव्हां पहिल्या दिवशीं सायंकाळीं पश्चिमेस चंद्रकोर दिसली होती, तिचें स्मरण झालें. दुसरे दिवशीं तर चंद्र आवँशीस दिसला नाहीं व पहाटेसही दिसला नाहीं. अर्थात् सर्व रात्रींत मुळींच उगवला नाहीं. हा चंद्र गेला तरी कोठें ? तो आकाशांतून अगदीं नाहींसा झाला कीं काय ? अशा विवंचनेंत आह्मी आहों, तों काय आश्चर्य सांगावें, दुसरे दिवशीं तो पश्चिमेस मागल्याप्रमाणें दिसूं लागला. त्या चंद्रदर्शनानें झालेला आनंद काय सांगावा ! शुक्र प्रथम जेथें दिसत होता तेथेंच पुढेंही पुष्कळ दिवस दिसत होता. त्याच्यासारख्या तेजस्वी दोन तारा दाक्षिणेस प्रथम दिसत होत्या; त्या शुक्राहून कांहीं लहान दिसत होत्या, तरी त्यांची चकाकी कांहीं विलक्षण होती. यामुळें त्यांजकडे सहज लक्ष जाई. त्यांतली एक प्रथम बरीच म्हणजे सुमारें शुक्राइतकी उंच दिसत होती. दुसरी तिच्या दक्षिणेची बरीच खालीं दिसत असे. उत्तरोत्तर त्या दोहोंचीही उंची कमी दिसूं लागली. त्या सूर्याच्या जवळजवळ जात आहेत असें दिसलें. त्यांत दक्षिणेस जी होती ती तर प्रथम आह्मांस पश्चिमेस चंद्रदर्शन झालें त्यानंतर सात आठ दिवसांनीं मुळींच दिसेनाशी झाली. व दुसरीही तिच्या भेटीस जात आहे असें वाटलें. आणि त्याप्रमाणें सुमारें एक महिन्यानें तीही दिसेनाशी झाली. हें काय आहे, पश्चिमेकडच्या सर्व तारांची अशी अवस्था होणार कीं काय, असें आमच्या मनांत येऊन अंमळ लक्षपूर्वक पाहूं लागलों तों तो संशय खरा झाला. तारा एकमेकींपासून जितक्या अंतरावर दिसत होत्या तें अंतर तर मुळींच कमजास्त झालें नाहीं, पण उत्तरोत्तर त्या सर्वांचें पश्चिमक्षितिजरेषेशीं मात्र अंतर कमी होऊं लागलें. उत्तरेस ७ तारा चांगल्या तेजस्वी दिसत होत्या, त्याही प्रथम जेथें दिसल्या त्याच्या कांहींशा डाव्या बाजूस महिन्याभरानें दिसूं लागल्या. पूर्वेकडे काय हवाल आहे म्हणून लक्षपूर्वक पहावयास लागलों तों तिकडे उलट स्थिति झाली. म्हणजे प्रथम सूर्यास्तानंतर लवकरच ज्या तारा उगवत होत्या त्या एक महिन्यानंतर सूर्यास्त झाल्यावर पुष्कळ वर दिसूं लागल्या; व त्यांच्याखालीं नव्याच तारा आल्या. पश्चिमच्या तारा गेल्या तर त्यांच्या ऐवजीं पूर्वेस नवीन आल्या, ही ईश्वरी योजना पाहून आश्चर्य व समाधान वाटलें.

शुक्र एका जागींच दिसत होता, तरी त्याच्या जवळच्या तारा पश्चिमेस

* हा शब्द कोंकणांत प्रचारांत आहे. त्याचा अर्थ रात्रीच्या पूर्वभागीं आठ नऊ वाजेपर्यंत असा आहे.

जात चालल्या होत्या. अर्थात् त्यांच्या संबंधानें पाहिलें असतां तो पूर्वेस चालला होता. सर्व आकाशांत यावेळीं दुसरी एकही तारा अशी दिसली नाहीं.

एके दिवशीं सायंकाळीं याप्रमाणेंच आमची करमणूक चालली असतां, अकस्मात् एक तारा आकाशांतून तुटून खालीं येत आहे असें दिसलें. तिचें तेज फार असल्यामुळें तिजकडे लागलेंच सर्वांचें लक्ष लागलें. तिची चपलता काय सांगावी? पाहातों न पाहातों इतक्यांत डावेकडून आमच्या डोक्यावरून उजवीकडे खालीं येऊन दिसेनाशी झाली. त्या वेळीं मोठी गर्जना झाली. त्या तारेचें तेज माणकासारखें होतें. व तें क्षणभर इतकें जाज्वल्य दिसलें कीं माणकाच्या रंगाचा चंद्र उगवून त्याचें हें चांदणें पडलें आहे कीं काय असें वाटलें. कोलीत फिरविलें असतां जशी तेजाची रेषा दिसते तशी त्या तारेच्या जाण्याच्या मार्गांत तेजोरेषा दिसत होती. जणुंकाय आकाशरूप कसोटीवर तारारूपी सुवर्ण घासलें त्याची ती रेषाच उमटली आहे. त्या तारेची अतर्क्य त्वरा, पृथ्वीवर पडून कांहीं प्रदेशास दग्ध करितें काय असें दिसणारें तिचें विलक्षण तेज, भीति वाढविणारी तिची ती गर्जना, ह्या गोष्टींनीं मनावर एककालींच आश्चर्य, विस्मय, भीति इत्यादि मनोविकार उद्भवून मन चकित झालें. सगळ्या तारा तुटून आकाश शून्य होतें कीं काय, व तें पृथ्वीवर कोसळून प्रलय करितें कीं काय, अशीही शंका येऊं लागली. त्यामुळें पुढें या गोष्टीकडे विशेष लक्ष लागून रोज एकादी लहान मोठी तारा तुटलेली दिसूं लागली.

कांहीं दिवसांनीं आमच्या मंडळीपैकीं एकास कोणा गृहस्थाचें लिहून आलें कीं पहाटेस एक बारीक तारा दिसते तिला शेंडी आहे. म्हणून आह्मी पाहूं लागलों तों ती त्याप्रमाणें दिसली. तिचें धूम्रपुच्छ लहानच होतें, परंतु तें पाहून नऊ-दहा वर्षांपूर्वीं पाहिलेल्या अशाच एका चमत्काराची आठवण झाली. व तेव्हांच्या तारेची आकाशांत लांबबर पसरलेली ती शिखारूप पताका आणि तिचें तें विस्मयावह तेज हीं डोळ्यांपुढें उभीं राहिलीं. अशा प्रकारचे धुमकेतू, पतन पावणाऱ्या तारांपेक्षांही मनाची स्थिति चमत्कारिक करितात.

एकदां पूर्णिमेच्या रात्रीं चांदण्यांत आह्मी कांहीं मंडळी बोलत बसलों असतां, सहज चंद्राकडे दृष्टि गेली व त्याच्या त्या नेत्रांस आनंद देणाऱ्या अतिमनोहर कांतीकडे सर्वांचें चित्त वेधून गेलें. आह्मी बराच वेळ तिकडे पहात असतां, त्याजवर एक डाग दृष्टीस पडला. तेव्हां असें मनांत आलें कीं, पूर्णासही कलंक असावा काय? परंतु त्याविषयीं आमचा कोणी मित्र म्हणाला,

चंद्रावर मोठा डाग आहे इतकेंच नाहीं, तर सूर्यावरही लहान लहान डाग दिसतात. अग्नीसारखा तेजोगोल, ज्याकडे डोळ्यांनीं पहावत नाहीं, त्यावर डाग असावे हें किती आश्चर्य! आह्मांस तर प्रथम हें खोटेंच वाटलें. परंतु दुर्बिणींतून आमच्या मित्रानें ते डाग दुसरे दिवशीं आह्मांस प्रत्यक्ष दाखविले. ते पाहून फार विस्मय वाटला. मग आणखी कांहीं असेच चमत्कार दिसतात कीं काय म्हणून त्या दुर्बिणींतून रात्रीं पाहूं लागलों, तों शुक्राच्या ठिकाणीं चंद्र दिसूं लागला. नुसत्या डोळ्यांनीं पहावें तों शुक्र, दुर्बिणींत पहावें तों चंद्र! बरें, दुर्बिणींतून शुक्र न पाहतां खरोखर चंद्रच आह्मीं पाहिला असें म्हणावें, तर चंद्र त्या वेळीं मुळींच नव्हता. तारांकडे दुर्बीण लाविली तों त्या पूर्वीपेक्षां विलक्षण तेजस्वी दिसूं लागल्या. दुर्बिणींतून पहाण्यापूर्वीं तारांची चकाकी आह्मांस आश्चर्यकारक वाटे. परंतु दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या तेजापुढें ती कांहींच नाहीं, अशी आमची खात्री झाली. आह्मी तारा न पहातां हिरे, माणकें, पाच, इंद्रनील इत्यादि रत्नांचे मोठाले समुदायच पहात आहों कीं काय असें वाटे. कोठें एका तारेच्या दोन तारा दिसत, कोठें तीन, कोठें चारही दिसत; आणि कोठें कोठें तर नुसत्या डोळ्यांनीं जेथें पूर्वीं एकादीच तारा दिसावयाची तेथें दुर्बिणींतून हजारों तारा दिसत. हे दुर्बिणींतून दिसणारे विलक्षण चमत्कार पाहून आह्मांस भूल तर पडली नाहीं ना असें वाटूं लागलें.

याप्रमाणें कांहीं दिवस गेले असतां, वातावरणांत एकाएकी विलक्षण फेरबदल झाला. वाऱ्याची दिशा बदलली, समुद्र खवळला, झंझावात (पर्जन्ययुक्त मोठा वारा) वाहूं लागला, आकाशांत रात्रीं जेथें हजारों तारा चमकत होत्या तेथें अभ्रें फिरूं लागलीं व विजा चमकूं लागल्या. नक्षत्रराजादिकांनीं आपला अधिकार मेघराजाकडे दिला. तेव्हां कोठचें नदीतीर, कसचें हवा खाणें, आणि कसचे आकाशांतील चमत्कार! सर्वच कांहीं बदलून गेलें. कांहीं दिवस अशी धामधूम चालल्यावर पुढें हळूहळू आकाशांत शांतता दिसूं लागली. उन्हाळ्यांत पश्चिमक्षितिजाजवळ दक्षिणच्या बाजूस दोन तारा दिसतनाशा झाल्या म्हणून सांगितलें, त्यांपैकीं अगदीं दक्षिणची अगस्त्याची तारा सुमारें तीन महिने तर मुळींच दिसत नव्हती. ती पुढें मग पहाटे पूर्वेकडे दिसूं लागली.

प्रससादोदयादंभः कुंभयोनेर्महौजसः ।

—" महा तेजस्वी अशा कुंभसंभवाच्या (अगस्त्याच्या) उदयानंतर उदक स्वच्छ झालें. "—या कालिदासोक्तीला फार काळ लोटल्यामुळें, तितक्या

काळांतील तारांच्या गतिविशेषाच्या योगानें, अगस्त्योदयानंतर लागलींच नाहींत तरी सुमारें दोन महिन्यांनीं उदकें स्वच्छ झालीं. जिकडे तिकडे वनश्री प्रफुल्लित होऊन गगन-श्रीशीं स्पर्धा करूं लागली. आह्मांसारख्या चमत्कारप्रियांस, वनश्रीनें गगनश्रीस शोभा आली, कीं हिनें तिला आली, अशी भ्रांति पडून ही पहावी कीं ती अवलोकन करावी असें होऊन गेलें. शारदचंद्र कुमुदांसही आनंद देऊन प्रफुल्लित करूं लागला, मग तो आह्मांसारख्यांस आनंदकारक होईल यांत काय नवल? सहा महिन्यांपूर्वीं सायंकाळीं पश्चिमक्षितिजाजवळ ज्या तारा दिसत असत त्या हल्लीं सायंकाळीं पूर्वेस दिसूं लागल्या; इतकें त्यांचें दूरगमन झालें तरी त्यांचें परस्परांचें अंतर बदललें नाहीं. तेव्हां तारांस गति आहे कीं नाहीं, असा आह्मांस संशय आला; व तारांबरोबर पश्चिमेस सायंकाळीं शुक्र दिसत होता तोही पूर्वेस आला कीं काय म्हणून पाहूं लागलों, तों तो मात्र कोठें दिसेना; तो काय झाला? नाहींसा झाला कीं काय? असें गूढ पडलें.*

असो तर, याप्रमाणें कांहीं तारा पश्चिमेस नाहींशा होत जातात, व पूर्वेस नव्या तारा उगवूं लागतात; सहा महिन्यांनीं पश्चिमच्या तारा पूर्वेस दिसूं लागतात, तरी त्यांचें अंतर बदलत नाहीं; शुक्रासारख्या कांहीं तारा इतरांसारख्या स्थिर न राहतां त्यांतून चालतातशा दिसतात; चंद्र तर विलक्षण झपाट्यानें चालत असतो इतकेंच नाहीं, तर पंधरा दिवस लहानाचा मोठा होत जाऊन पुनः लहान होऊं लागतो व शेवटीं दोन दिवस तर मुळींच दिसत नाहीं; कांहीं तारा पतन पावतातशा दिसतात; कांहींना तेजाचें भव्य पुच्छ असतें; कांहीं दिवस तारांच्या ठिकाणीं अभ्रें आणि विजा हींच संचार करितात; सूर्यचंद्रासारख्या तेजोगोलांवर डाग दिसतात; दुर्बिणींतून शुक्र चंद्रासारखा दिसतो व एका तारेच्या ठिकाणी हजारों तारा दिसतात. अशा विलक्षण उलाढाली व गूढें पाहून सहज कोणीही मनुष्य आपले मनास विचारूं लागतो कीं हा काय चमत्कार आहे?

---

* ज्योतिःशास्त्राच्या विषयांचें दिग्दर्शन करणाऱ्या ह्या उपोद्घातरूप प्रकरणांत एथवर वर्णिलेली आकाशांतील तारकादिकांची स्थिति सामान्यतः कोणत्याही कालीं घडण्यासारखी आहे; व विशेषतः ती सन १८९२ च्या एप्रील महिन्यापासून सात आठ महिन्यांमधली (प्रथम ग्रंथ तयार होते वेळची) आहे.

स्वप्न—खरेंच.

एका रात्रीं मला स्वप्न पडलें. मला दिव्यदृष्टि आणि अलौकिक शक्ति प्राप्त झाली. एक धगधगीत गोळा दिसला. त्याचा व्यास सुमारें १२ यार्ड होता. तो गोल मजपासून सुमारें पाऊण मैल होता. त्याचा प्रकाश पडला होता, आणि तो स्वच्छ पांढरा असून एकाद्या लोहाराच्या जाज्वल्य भट्टींतील आगीपेक्षांही प्रखर होता.

माझ्याजवळच छोटासा गोल मला दिसला. त्याचा व्यास सुमारें ४ इंच होता. तो गोळा हळूहळू पुढें चालला होता. परंतु त्याचा फिरण्याचा कल त्या तेजस्वी गोलाच्या अनुरोधानें होता असें दिसलें. आणि याप्रमाणें फिरतां फिरतां तो आपल्या भोंवताही फिरत होता. त्या तेजस्वी गोलाचा प्रकाश या लहान गोलाच्या अर्ध्या भागावर पडला होता, म्हणून हा दिसे तरी. नाहीं तर अफाट अंधकारमय अवकाशांत गडप होऊन तो दिसलाही नसता. अंमळ बारीक नजरेनें पाहिलें तों त्याच्याजवळ त्याहून लहान असा एक गोल असून तो मोठ्या गोलाभोंवतीं फिरत होता. धाकट्याचा व्यास सुमारें एक इंच होता, आणि तो मोठ्यापासून सुमारें दहा फुटावर फिरत होता. त्यावरही त्या मध्यवर्ती तेजोगोलाचा प्रकाश पडत असे. मला सूक्ष्मदृष्टि प्राप्त झाली असल्यामुळें त्या दोहों गोलांपैकीं मोठ्याचा थोडा भाग कोरडा आहे, व बाकीच्यावर पाण्याचें अति पातळ कवच आहे, असें दिसलें. त्या पाण्यांत लक्षावधि जीव इकडे तिकडे संचार करीत होते. आणि काय सांगावें, ते अति सूक्ष्म होते, तरी त्यांतील कोणी पुढें पळत आहेत, दुसरे त्यांच्या मागें लागले आहेत, असें दिसलें. आणि एवढी खटपट मुख्यतः कशाकरितां तर पुढचा जीव आपल्यास गट्ट करावयास सांपडावा. कोरड्या भागावरही कांहीं जंतु दिसले. ते कोठें पुष्कळ होते व कोठें थोडे होते. माझ्या बचकेंत राहील एवढ्या ह्या गोटीवरही असंख्यात जंतु होते हें पाहून मला आश्चर्य वाटलें. वास्तविक त्यांस जंतु म्हणणें देखील शोभत नाहीं, इतके ते लहान होते.

कोरड्या प्रदेशावरील जंतूमध्यें कांहीं प्राणी इतरांपेक्षां कांहीं विलक्षण दिसले. हे इतरांपेक्षां मोठे होते, किंवा ह्यांचें स्वरूप कांहीं विलक्षण होतें, असें नाहीं. इतर कांहींपेक्षां हे लहानच होते. परंतु ह्यांस बुद्धि आहे असें दिसून आलें. त्यांनीं आपल्याकरितां छोटेखानी वसतिस्थानें बांधिलीं होतीं, व आपल्या जातीच्या प्राण्यांच्या सोईसाठीं लहानमोठे रस्ते केले होते. त्या रस्त्यांवरून ते

गाड्यांतून बसून जात. तसेंच पाण्याच्या कवचांतूनही कसल्याशा पदार्थांत बसून ते तरून जातांना दिसले. कवचाला ती खोली कोठची? परंतु त्यांच्या त्या तरणपात्रास ती भारी होती. केव्हां केव्हां माझ्यासारखा कोणी त्यांवर फुंकर घालीत आहेत कीं काय असें वाटे. परंतु तेवढ्यानें त्या पाण्याचा कल्लोळ होऊन जाई, आणि त्यांत त्या प्राण्यांचीं तरणपात्रें पालथीं होऊन प्रळय उडे. तेव्हां शेंकडों प्राणी पाण्यांत गडप होत. तथापि पुन्हां हजारों प्राणी त्या जलकवचांतून जात येत. त्या उदकांतून कोळ्याच्या धाग्याहूनही अतिसूक्ष्म अशा कांहीं तारा त्यांनीं टाकल्या होत्या. व कोरड्या प्रदेशावरही त्या नेल्या होत्या. त्यांच्या द्वारें ते एकमेकांस निरोप पाठवितात, असें मला माझ्या दिव्यचक्षूंनीं समजलें.

त्या धाकट्या गोलावर घडणाऱ्या किंवा मला समजलेल्या, सर्व गोष्टी सांगूं लागलों तर जागा पुरणार नाहीं. त्यांत मला ज्या फारच आश्चर्यकारक वाटल्या त्यांतल्या कांहीं सांगतों. आजपर्यंत मनुष्यानें केलेल्या अतिप्रभावाच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतूनही दिसणार नाहींत इतके सूक्ष्म ते जीव होते, तरी खरोखर त्यांस त्यांच्या त्या छोट्या गोलाबाहेरच्याही अनेक गोष्टी माहीत होत्या. माझ्या बोटानें सहज त्यांतल्या शेंकडों जीवांचा चुराडा व्हावा, इतके ते दुर्बळ असतां, तो मध्यवर्ती तेजोगोल ते पहात, इतकेंच नाहीं, तर तो किती दूर आहे, किती मोठा आहे, किती तेजस्वी आहे, किती उष्ण आहे, फार काय सांगावें, किती जड आहे, हेंही त्यांनीं काढिलें होतें. आपला लोक सोडून त्यांस दुसरीकडे जातां येत नव्हतें. इतकेंच नाहीं, तर त्यांस उभें राहण्यास जागाही स्थिर नव्हती. त्यांचा गोल फिरत असल्यामुळें त्यांस अर्धा काळ काळोखांत रहावें लागे. त्यांस हात होते कीं नाहीं कोण जाणे. असतील तर त्यांजपासून तो तेजोगोल त्यांच्या किती हातांवर होता, त्याची तर गणनाच करितां येणार नाहीं म्हटलें तरी चालेल. परंतु इतक्या लांबच्या तेजोगोलाचे प्रकृतिधर्मही त्यांनीं शोधून काढिले होते. त्यांस दिसून आलें होतें कीं, तो गोल अतिजाज्वल्य तेजाचें केवळ घर आहे. त्यांतून तेजाचे फवारे कधींकधीं चार फूटपर्यंत बाहेर येतात, आणि कधींकधीं त्यांचीं उच्चशिखरें बनून राहतात. त्या गोलावर अत्युष्ण वाफांचें करवताच्या धारेसारखें वेष्टन सुमारें दोन इंच आहे. तें सर्वकाळ खवळलेलें असतें. तो अग्नीचा लहानसा समुद्रच आहे कीं काय असें भासतें. व त्यावर प्रकाशमय मंडल असतें. त्या-

चा विस्तार कधीं ३ फूट असतो, कधींकधीं ३० फूटपर्यंत वाढतो. ह्या ज्वलद्गोलामध्यें कोणते पदार्थ जळत आहेत हेंही त्यांनीं शोधून काढिलें आहे. आणि त्यांतून जे फवारे बाहेर पडतात त्यांचा वेगही ते सांगूं शकतात.

ह्या गोष्टींचें मला फार आश्चर्य वाटलें, आणि क्षणभर तो लहान गोल सोडून मी त्या तेजोगोलाकडे चाललों. तो सुमारें पाऊण मैलावर होता, म्हणून मीं प्रथम सांगितलें, परंतु त्या बुद्धिमान् प्राण्यांनीं ठरविलें होतें कीं तो सुमारें १२८२ यार्ड दूर आहे. व तें बरोबर आहे असें मला दिसून आलें. मी त्या गोलाच्या जवळजवळ पोहोंचत चाललों, तसतशी उष्णता असह्य होऊं लागली.: तेव्हां पुढें प्रत्यक्ष त्या गोलावर जाण्याचा मीं नाद सोडला. तरी त्या चिमुकल्या प्राण्यांनीं केलेलीं अनुमानें सर्व खरीं आहेत असें मला दिसून आलें. व त्या गोलावर जे जे व्यापार चालतात असें त्यांनीं कल्पनेनें काढिलें होतें ते सर्व मला प्रत्यक्ष दिसले. तो गोल स्थिर नव्हता; आपल्या सभोंवतीं भ्रमण करीत होता. व ही गोष्ट देखील, स्थूल दृष्टीस दिसणारही नाहींत अशा त्या जीवांस समजली होती.

आपल्या स्थानापासून मी पुन्हा मागें पाहूं लागलों, तों त्या अंधकारमय प्रदेशांत तेजाचे दोन लहान लहान ठिपके मला दिसत होते. एक मीं पाहिलेला चिमुकल्या बुद्धिमान् प्राण्यांचा लहान गोल व दुसरा त्याभोंवतीं फिरणारा त्याचा परिचारक. बारीक नजरेनें पहातां मध्यें माझ्या जवळच दुसरा एक गोल दिसूं लागला. त्यावर प्रखर प्रकाश होता. तो लहानच होता तरी त्या पहिल्या गोलाच्या परिचारकापेक्षां मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारें १॥ इंच होता. तेजोगोलापासून तो सुमारें ५०० यार्डांवर होता, व त्या तेजोगोलाभोंवतीं फिरत होता. त्याची गति पहिल्या गोलाहून पुष्कळ जलद होती. तेथून पुढें दुसरा एक गोल दिसला. तो आपल्या सभोंवतीं फिरतफिरत मध्यवर्ती तेजोगोलासभोंवतीं फिरत होता; व त्यापासून ह्याचें अंतर ९३० यार्ड होतें. पहिल्या गोलाप्रमाणें तो सुमारें ४ इंच व्यासाचा होता. परंतु मला हल्लीं त्याहून मोठा व त्याहून फार तेजस्वी दिसत होता. जवळ जाऊन पहातों तों ह्या दोन्ही गोलांचें तेज उसनेंच दिसलें. बुद्धिमान् प्राण्यांच्या गोलावरून ज्वलद्गोल जेवढा दिसे त्याच्या सातपट ह्या दोहोंतील पहिल्यावरून व दुप्पट दुसऱ्यावरून दिसे. पुढें ज्वलद्गोलापासून सुमारें १९५० यार्डांवर आणखी एक गोल दिसला. तो फार मोठा नव्हता. केवळ २ इंच त्याचा व्यास होता.

तात. ह्या गोलासंबंधें एक चमत्कार दृष्टीस पडला. त्याच्या भोंवतीं २ कण प्रदक्षिणा करीत होते. व हा गोल स्वतःस प्रदक्षिणा करीत करीत त्या दोन कणांसह आपल्या मध्यवर्ती स्वामीस प्रदक्षिणा घालीत होता. ह्या सर्व लहान गोलांचा तो मधला तेजोगोल खरोखर नियंताच दिसला. त्याच्या पलीकडे पहातों तों वाळूच्या कणाएवढाले सुमारें तीनचारशें कण मध्यवर्ती गोलापासून सुमारें दोन मैलांवर त्याच्या भोंवतीं फिरत होते. त्यांचें एक कडेंच बनलेलें दिसत होतें.

आणखी कांहीं दिसतें कीं काय अशी जिज्ञासा होऊन पुढें चाललों, तों मधल्या ज्वलद्गोलापासून सुमारें चार मैलांवर एक विशाल गोल नजरेस पडला. मध्यवर्ती तेजोगोलाखेरीज इतर सर्वांहून तो मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारें ३॥ फूट होता. तो चांगला तेजस्वी दिसे; व त्यावर तांबडे, पिंवळे व जांभळे सुरेख पट्टे दिसत होते. ते अगदीं रेखल्यासारखे दिसत. तो गोल आपल्या भोंवतीं फार जलद फिरतो, यामुळें ते पट्टे तसे दिसत असें वाटतें. हा आमच्या कल्पक प्राण्यांच्या गोलाहून इतका मोठा होता तरी इतका जलद फिरे कीं, त्याच्या दोन स्वप्रदक्षिणा होत तों ह्याच्या पांच होत. असें होतें तथापि तो आपल्या स्वामीच्या आज्ञेंत राहून नेहमीं त्याभोंवतीं फिरे. ह्याही गोलाची एक विलक्षण गोष्ट दिसली. त्याच्या भोंवतीं ९ छोटे गोल फिरत होते; जणुकाय ते त्याचे सेवकच आहेत. आपल्या नायकापा-

शुक्रावरून

पृथ्वीवरून

मंगळावरून

गुरूवरून

शनिवरून

युरेनसवरून

नेपचुनवरून

चित्रांक १—निरनिराळ्या ग्रहांवरून दिसणारीं सापेक्ष सूर्यबिंबें.

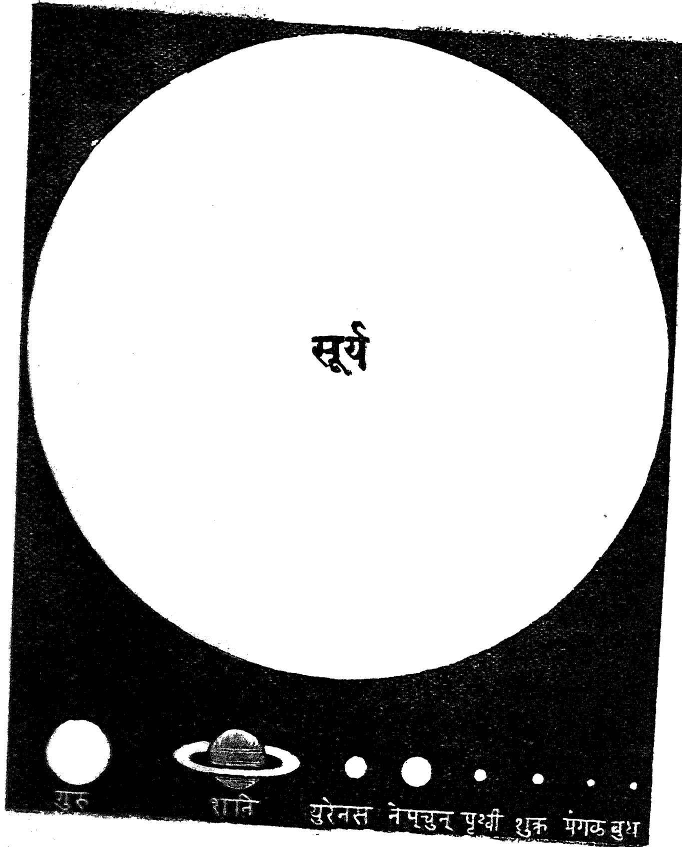
सून ते९, ११, १८, २८आणि ४८ फूट अंतरावर होते. त्यांचा व्यास सुमारें १इं-चापासून दीड इंचपर्यंत होता. हें सर्व गाडें अगदीं सुयंत्र चाललें होतें, तें पाहून मौज वाटे.

ज्वलद्गोलापासून सुमारें ७ मैलांवर आणखी एक भव्य परिणालिका दिसली. तींतला मधला गोल मागच्या इतका नव्हता तरी बराच मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारें ३९ इंच होता. ह्यावरही त्याप्रमाणेंच पट्टे होते. परंतु एकंदरींत हा अंमळ काळसर होता. ह्याच्या स्वरूपांत दुसराच एक विलक्षण प्रकार होता. त्याच्या भोंवतीं कांहीं वलयें होतीं. तीं त्या गोलास कोठेंही लागलेलीं दिसत नव्हतीं, तरी त्याच्या अध्यां वचनांत असल्याप्रमाणें त्यास सोडून जात नसत. जसे काय तीं त्याचेच अवयव आहेत. त्यांचा व्यास ८० इंच होता, व त्यांची जाडी सुमारें १८ इंच होती. बारीक नजरेनें पाहिल्यास तीं अनेक वलयें दिसत त्या सर्वांची चकाकी सारखी नव्हती. तीं बारीक कणांचीं बनलेलीं आहेत, व ते कण स्वतंत्रपणें त्या गोलाभोंवतीं फिरत आहेत, असें दिसे.

याखेरीज मागल्या गोलाप्रमाणें ह्याच्या भोंवतींही ह्याचें मंडल होतें. त्या मंडलांत ८ परिचारक होते. ते निरनिराळ्या अंतरावर त्या भोंवतीं फिरत. त्यांतला सहावा सर्वांत मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारें दीड इंच होता; व तो मुख्य गोलापासून ३३ फुटांवर होता. शेवटचा लहानसाच होता. त्याचा विस्तार एक इंच होता. तरी त्याच्या मंडलाची रुंदी सुमारें २०० फूट होती. ती पाहून चमत्कार वाटे.

चित्रांक २—ग्रहांचीं सापेक्ष अंतरें.

आतां मध्यवर्ती तेजोगोलापासून मी सुमारें ७ मैल लांब आलों होतों. फार अंतरामुळें तो गोल बारीक दिसत होता. त्यापासून सुमारें १४ मैलांवर आणखी एक गोल दिसूं लागला. मी तेथपर्यंत गेलों नाहीं; तरी दिव्य दृष्टीनें मला दिसलें कीं तो सुमारें १६ इंच व्यासाचा आहे, व त्याला चार परिचारक



चित्रांक ३—ग्रहांचे सापेक्ष आकार

आहेत. त्याच्याही पलीकडे एकंदर २२ मैल अंतरावर आणखी एक गोल दिसला. तो मागच्याहून किंचित् मोठा होता, व इतक्या अंतरावरूनही तो मधल्या तेजोगोलास प्रदक्षिणा करितो आहेसें दिसलें. त्याचा तो मार्ग किती अ-

वाढव्य! माझ्या जन्मांत त्याची अर्धी तरी प्रदक्षिणा पुरी होईल कीं नाहीं याचा मला संशयच वाटला. याला एकच परिचारक मला दिसला.

मी आतां इतका लांब आलों होतों कीं, मला दिव्यदृष्टि आलेली होती म्हणून मात्र तो पहिला छोटेखानी गोल मला दिसत होता. त्याची काय अहवाल आहे हें पाहण्याची उत्सुकता होऊन मी मागें वळलों. पुन्हां ते बुद्धिमान् प्राणी दिसूं लागले. ते उद्योगांत गर्क होते, हें पाहून मला आनंद व आश्चर्य वाटलें. कोणी भक्ष्य मिळवीत होते; कोणी घरें बांधीत होते; कोणी सडका तयार करीत होते; कोणी जलपर्यटनांत गुंतले होते. आणि काय सांगावें! कोणी आपसांत क्षुल्लक गोष्टीवरून भांडत होते. आणि कोणी तर कडाक्याच्या युद्धांत गुंतले होते. उभय पक्षांकडील हजारो चिमुकले वीर मरून पडत, तरी ते लढाई सोडीत नसत. माझ्या प्रवासांत ज्या गोष्टी आढळल्या होत्या त्या त्यांस सांगून त्या प्राण्यांचें क्षुद्रत्व त्यांच्या लक्षांत आणून देऊन त्यांस कहलनिवृत्त करावें, असें माझ्या मनांत आलें. इतक्यांत त्यांतल्यापैकीं कांहींना त्या सर्व कळून आल्या आहेत असें दिसलें. कांहींना तर त्यांच्या अशा प्रकारच्या ज्ञानाचा गर्व झाला होता. माझ्या लहानशा बोटा एवढ्या जागेंत लक्षावधि दिसून येतात, इतके हे क्षुद्र आणि दुर्बल जीव, परंतु त्यांचा गर्व आणि हांव किती म्हणून सांगावी! आह्मी आपलीं घरें, सडका बांधू शकतों; त्याप्रमाणेंच हे लहानसहान गोल दिसतात तेवढाले गोल आह्मी निर्माण करूं. किंबहुना मधला १२ यार्ड व्यासाचा जो तेजस्वी गोल तोही आह्मी तयार करूं; इतकी विलक्षण त्यांची हांव दिसली. त्यांच्या जवळ जाऊन त्यांचा क्षुद्रपणा त्यांस दाखवावा, त्यांचा मूर्खपणा त्यांस उघड करून सांगावा, आणि इतक्या दूरच्या गोष्टी ज्यांस कळतात त्यांनीं इतका गर्व करणें हेंच केवढें आश्चर्य आहे हें त्यांच्या मनांत भरवून त्यांची निर्भत्सना करावी, अशा विचारांत मी होतों. आणि माझी शक्ति व माझी दृष्टि तुमच्याहून फारच विलक्षण आहे त्या अर्थीं माझा उपदेश तुह्मी ऐका असें आकाशांतूनच मी त्यांस सांगूं लागणार इतक्यांत काय झालें नकळे. मी लहान लहान होत आहें असें मला वाटलें. दिव्य शक्ति मला सोडून जाऊं लागल्या. भरदिशीं मी त्या क्षुद्र प्राण्यांत येऊन पडलों आणि जागा झालों. पहातों तों मी त्या क्षुद्र जीवांतलाच एक आहें. झालें माझें स्वप्न. हें स्वप्न म्हणावें तर ह्याची १२,६७,२०,००० पट केली असता हें खरेंही आहे.

दिव्य भ्रमण

काळोख्या रात्रीं आकाशाकडे पाहिलें असतां सहस्रावधि तारा चमकत असतात. नीलवर्ण आकाशांत हीं रत्नेंच बसविलेलीं आहेत कीं काय असें वाटतें. ह्यांची कोणाला तरी गणना करवेल काय? इतक्या तारा कसच्या मोजवतात, असें प्रथम मनांत येतें. परंतु ह्या रत्नांस पाहून कोणास मोह पडणार नाहीं? छे! तीं आपण हस्तगत करून घेऊं या, तीं किती आहेत हें पाहूं या, अशा लोभानेंच कीं काय, तीं ज्योतिष्यांनीं मोजिलीं आहेत. आपणांस पृथ्वीच्या वर आकाश दिसतें, तसेंच खालीं दुसऱ्या बाजूसही आहे. त्यांतही तारा असतात. पृथ्वीच्या सर्व बाजूंस जिकडे तिकडे तारा भरलेल्या आहेत. नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या तारा सुमारें ६००० आहेत. त्यांतल्या अर्ध्या म्हणजे सुमारें ३००० मात्र आपल्यास एकदम दिसतात. परंतु सर्व तारा क्रमाक्रमानें आपणांस दर्शन देतात. दुर्बिणींतून किती तारा दिसत असतील असें तुम्हांस वाटतें? हर्शलच्या २० फूट लांबीच्या दुर्बिणींतून सुमारें २०००००००० तारा दिसत. सांप्रत तिजहूनही मोठ्या प्रभावाच्या दुर्बिणी आहेत. त्यांतून दिसणाऱ्या तारांचा नक्की अजमास करितां येत नाहीं; परंतु त्यांची संख्या ३ कोटींपासून ९ कोटींपर्यंत आहे.

तारा जेथें दिसतात तेथेंच सर्वकाळ राहतात काय? नाहीं. हीं विक्षिप्त माणसें काय करितील आणि काय न करितील असें मनांत येऊन कीं काय कोण जाणे, त्या एकसारख्या पळत असतात. कांहीं तर एका कोंपऱ्यांत असतात; आणि अंमळसें डोकें वर काढितात न काढितात, तोंच दिसतनाशा होतात. त्यांस फार वर येण्याचें धैर्यच होत नाहीं. कांहीं त्यांहून मोठा फेरा करितात. कांहीं तर आकाशांत करवेल तितका मोठा फेरा करितात, परंतु तो दुरूनच करितात. आणि कांहीं बऱ्याच धीट असतात, त्या माणसांच्या दृष्टीआडही होत नाहींत. त्या फारशा भितऱ्या नाहींत खऱ्या, तरी कांहीं वेळ उजवेकडून डावीकडे, कांहीं वेळ डावेकडून उजवीकडे, कांहीं वेळ आकाशांत बऱ्याच उंचीवर, कांहीं वेळ अगदीं खालीं अशा फिरत असतात. ह्या सगळ्यांचा एक नायक आहे, तो फारच धीट. तुम्ही त्याजकडे एकसारखे पहात रहा कीं कांहीं करा. तो हालत कीं चालत नाहीं; खुंटासारखा आपला एके ठिकाणीं ठाम उभा.

दक्षिणेस तोंड करून घटका दोन घटका आकाशाकडे पहात बसा, म्हणजे कांहीं तारा डावे कोंपऱ्यांत उगवतात, थोड्याशा वर येतात, आणि उजवे कोंपऱ्यांत मावळतात असें दिसेल. त्याहून जसजसें अलीकडे म्हणजे उत्तरेकडे वर वर पहात यावें, तसतशा तारा अधिकाधिक वेळ दिसत रहातात. पूर्वेस तोंड करून पहावें तों तिकडे कांहीं तारा उगवत असतात; पांच सहा तासांनीं पाहिलें तर त्या सुमारें डोक्यावर येतात; आणखी पांच सहा तासांनीं पाहिलें तर पश्चिमेस मावळतात. ईशान्येस तारा उगवतात त्यांचा मार्ग पूर्वेकडच्यांपेक्षांही मोठा असतो. तो क्रमण्यास त्यांस चवदा पंधरा तास लागतात. त्या अर्ध्या मार्गांत येतात तेव्हां त्यांजकडे पाहणें झालें तर आपल्यास उत्तरेकडे तोंड करावें लागतें. अगदीं उत्तरेकडील टोंकाशीं जमिनीच्या जवळच तारा दिसतात, त्यांचा प्रकार उलटच दिसतो.म्हणजे आकाशांतील इतर तारा सामान्यतः पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात असें दिसतें; आणि ह्या पहाव्या तों पश्चिमेकडून पूर्वेस जात असतात. तिसरा नक्षत्रपट पहा. त्यांत आग्नेयी कोंपऱ्याच्याही दक्षिणेस अगस्त्य नुकताच उगवत आहे. नक्षत्रपट अंक १ यांत तो नैर्ऋत्य कोंपऱ्याच्या दक्षिणेस मावळण्यास गेलेला आहे. आकाशांत तो याप्रमाणेंच दिसेल. आणि त्यावरून तो फार वर येत नाहीं हेंही समजून येईल. जानुआरीच्या आरंभीं, रात्रीं सुमारें सात साडेसात वाजतां, अगस्त्य उगवतो. साडेअकरा वाजतां पाहिलात तर तो मध्याह्नवृत्तावर आलेला दिसतो आणि पहाटेस सुमारें साडेतीन किंवा चार वाजतांच मावळतो. मध्याह्नवृत्तावर असतां, दक्षिण दिशेपासून तो सुमारें १८।२० अंश मात्र वर दिसतो. काशी एथें तर तो १२ अंश मात्र वर दिसतो.आणि सुमारें सात तासांतच उगवून मावळतो. मृगाच्या पोटांतल्या तीन तारा पूर्वेस उगवून पश्चिमेकडे मावळतात. अश्विनी त्यांच्या उत्तरेकडून जातात. अभिजित् त्याहून उत्तरेकडून जातो. सप्तर्षि तर फारच उत्तरेस असतात.*

वाचक म्हणतील कीं ‘ नकाशांत अगस्त्य दिसला, परंतु आकाशांत तो कसा ओळखावा ? मध्याह्नवृत्त, क्षितिज, अंश, हें काय गूढ आहे ?’ ‘ जरा दम धरा, मी सांगतों,’ असें म्हटलें तर लागलेच आमचे रंगेल वाचक म्हणतील कीं ‘ या लचांडांत आह्मांला कशाला घालितां ? आह्मांस कोठें आतां सहावी यत्ता द्यावयाची आहे ?’ कोणी म्हणतील, ‘ आह्मी सहावींतून पार पडलों तेव्हां घोकंपट्टी केली तेवढी पुरे; आतां नको ती जन्मभर !’ दुसरे म्हणतील, ‘ आ-

* ह्या सर्वांचें अधिक वर्णन पुढें होईल.

ह्मी मॅट्रिक्युलेट झालों तेव्हां कांहीं घोकलें होतें खरें. मग राइटअसेन्शन्‌ची डेफिनिशन्‌ डेक्लिनेशनला सांगितली, कीं काय केलें असेल कोणास ठाऊक? वडाची साल पिंपळास लाविली असो कीं कांहीं असो, कसे तरी एकदां पास झालों खरें! आतां नको तो त्रास.' कोणी म्हणतील, 'आह्मी ग्र्याजुएट झाल्यास किती तरी काळ लोटला! तेव्हां आह्मांस कांहीं समजलें असलें तरी आतां त्याचें कोणास स्मरण राहिलें आहे? आतां आमच्या डोक्याला विनाकारण श्रम कां देतां?'—पण प्रिय वाचकहो, तुम्हीं कदाचित्‌ नुसतीं बुकें पाहिलीं असतील; आतां आकाशाकडेही पहा. म्हणजे तुम्हांस हा विषय समजण्यास त्रास वाटणार नाहीं. चांदण्यांत बसलां असलां तर तेथून उठण्याची गरज नाहीं. नक्षत्रांची ओळख करून घ्यावयाची असेल तर प्रथम उघड्या जागीं बसतांनाच पुस्तक घेऊन बसण्यास विसरूं नका. आणि वाऱ्यानें जाणार नाहीं असा दिवा जवळ ठेवा. नाहींतर घरांतील दिव्याशीं नक्षत्रपट पाहून मग बाहेर येऊन आकाशांत पहावयाचें, असें करण्यास आंतबाहेर हेलपाटे घालावे लागतील. ज्योतिःशास्त्रांतल्या पुष्कळ वस्तु प्रत्यक्ष नाहींत हें खरें. नकाशांत ज्या रेघा दिसतात तशा आकाशांत असत्या आणि त्यांवर अंक व नांवें लिहिलेलीं असतीं, तर पुस्तकें कशास पाहिजे होतीं? आकाशरूपी पुस्तक वाचतांना केव्हां केव्हां चर्मचक्षु मिटून ठेविले तरी चालतात. बुद्धिचक्षु उघडले म्हणजे लख्ख उजेड पडतो.

आपल्या भोंवतीं दूरवर पाहिलें असतां, आकाश जमिनीला लागलेलें दिसतें. पृथ्वी आणि आकाश यांच्या स्पर्शानें झालेलें जें वर्तुल दिसतें तें **क्षितिज** होय. सूर्य, चंद्र आणि तारा उगवतांना व मावळतांना जेथें दिसतात तीं स्थानें क्षितिजांतलींच होत. पूर्व, पश्चिम, इत्यादि दिशांचे बिंदु ह्या क्षितिजांतच असतात. ते ओळखावे कसे? 'जिकडे सूर्य सकाळीं उगवतो ती पूर्व हें आह्मास ठाऊक आहे. यांत काय कठिण आहे?' असें म्हणाल तर, सूर्य नेहमीं एकाच बिंदूंत उगवत व मावळत नाहीं. होकायंत्रानें आह्मी दिशा ओळखूं म्हणाल तर लोहचुंबकाचीं टोंकें नेहमीं दक्षिणोत्तर असतात असा नियम नाहीं. 'जिकडे ध्रुव तिकडे उत्तर, यास तर बाध नाहींना?' असें म्हणाल तर, त्यालाही बाध आहे. ध्रुव शब्दाच्या अर्थाप्रमाणें ध्रुव साधारणतः स्थिर दिसतो खरा; परंतु त्यालाही गति आहे. दोन पदार्थांच्या खुणेनें आवशीस ध्रुव पाहिला, तर पहाटेस तो तेथें दिसत नाहीं. 'तर मग आतां भ-

रंसा तरी ठेवावा कशावर ? सर्वच अस्थिर !'—खरें आहे. इतक्या अडचणी असून ज्योतिषी लोक अतिसूक्ष्म रीतीनें दिशासाधन करितात. परंतु सध्यां आपण फार सूक्ष्मतेच्या भरीस न पडतां स्थूल रीतीनेंच पाहूं. मार्च व सप्तंबर महिन्यांच्या २१ व्या तारखेस सूर्य जेथें उगवतो ती पूर्व, व जेथें मावळतो ती पश्चिम, असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. पंचांगांत या दिवशीं दिनमान ३० घटिका असतें व सायन मेष आणि तुला ह्या संक्रांति ह्या दिवशीं होतात.

आपल्या डोक्यासमोर आकाशाचा जो बिंदु असतो त्यास **खस्वस्तिक** म्हणतात. आपल्यास आकाश दिसतें तें अर्ध्या गोलाच्या कवचासारखें दिसतें. खस्वस्तिक हा त्या कवचांतील मध्यबिंदु होय. आपली पृथ्वी गोल आहे. जमिनींतून भिंगासारखें आरपार दिसतें, तर आपल्याला खालच्या बाजूवरील आकाश दिसलें असतें. सूर्य, चंद्र आणि नक्षत्रें जितका वेळ आपल्यास दिसतात तितकाच वेळ बहुधा तीं त्या आकाशांत असतात म्हणून तें कल्पनाचक्षूंनीं पाहिलें पाहिजे. त्यांतला अगदीं खालचा जो बिंदु, त्यास **अधःस्वस्तिक** म्हणतात.

आकाशांत तारा कोठें आहेत हें सांगण्याकरितां आकाशांतल्या वर्तुलांच्या परिघाचे भाग पाडितात, त्यांस **अंश** म्हणतात. परिघाचे ३६० अंश पाडण्याची वहिवाट आहे. पूर्वबिंदूपासून खस्वस्तिकापर्यंत वर्तुलाच्या परिघाचा चौथा भाग होतो, अर्थातच त्याचे ९० अंश होतात. त्याप्रमाणेंच खस्वस्तिकापासून पश्चिमबिंदूपर्यंत वर्तुलाचा दुसरा पाद होतो. खस्वस्तिकापासून क्षितिजाचा प्रत्येक बिंदु ९० अंशांवर असतो. आपल्यास चंद्रसूर्यांचीं बिंबें दिसतात त्यांची रुंदी म्हणजे व्यास, हा वरील वर्तुलपरिघांतला सुमारें अर्धा अंश असतो. रुपये एकापुढें एक लावावे तशीं पूर्वबिंदूपासून खस्वस्तिकापर्यंत एकापुढें एक चंद्रबिंबें लाविलीं तर १८० लागतील. २ चंद्रबिंबांनीं सुमारें एक अंश भरतो. आकाशांतल्या इतक्या जागेस **हात** असेंही म्हणतात. अर्थात् चंद्रसूर्यबिंबें वीतभर म्हणजे १२ अंगुलें असतात. ग्रहणाचा ग्रास अमुक **अंगुळें** आहे असें म्हणतात, त्याचा अर्थ यावरून समजेल.

क्षितिजाचे उत्तरदक्षिण बिंदु आणि खस्वस्तिक यांतून एक वृत्त म्हणजे वर्तुळ काढिलें आहे अशी कल्पना करा. या वृत्तास **मध्याह्नवृत्त** म्हणतात. याचे योगानें आकाशाच्या दृश्य गोलार्धाचे दोन भाग होतात. एकास **पूर्व कपाल** म्हणतात व दुसऱ्यास **पश्चिम कपाल** म्हणतात. सूर्य ह्या वृत्तावर आला म्हणजे मध्याह्

होतो. मध्याह्न म्हणजे दिवसाचा मध्य. सूर्य उगवल्यापासून मावळेपर्यंत जो काळ जातो, त्याचें नांव **दिवस**. जसा सूर्याचा दिवस, तसा तारा उगवल्यापासून मावळेपर्यंत जो काळ जातो तो **तारांचा दिवस**, असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. दिवसाचें जें मान म्हणजे मोज तें **दिनमान**. आकाशांत तारा थेट पूर्वेस उगवोत किंवा पूर्वबिंदूच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस उगवोत; त्यांचा मार्ग कितीही लहान मोठा असो; त्या मार्गाचे मध्याह्नवृत्तानें दोन भाग होतात. हें वृत्त दक्षिणोत्तर असतें म्हणून यास **याम्योत्तरवृत्त** असेंही म्हणतात. याम्य म्हणजे यमाची दिशा म्हणजे दक्षिण.

सर्व तारांचें तेज सारखें नसतें. तेजस्वितेवरून तारांच्या निरनिराळ्या प्रती म्हणजे वर्ग करितात. नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या तारांचे ६ वर्ग केलेले आहेत. दुर्बिणींतून त्यांहूनही फार बारीक तारा दिसतात. त्यांचे आणखी दहा वर्ग केले आहेत. म्हणजे तारांच्या एकंदर १६ प्रती आहेत. शाळेंत पहिल्या वर्गांत विद्यार्थ्यांची संख्या थोडी असते, उत्तरोत्तर खालच्या वर्गांत भरणा फार. जगांत श्रीमान् माणसें थोडीं, खालच्या प्रतीच्यांचा भरणा उत्तरोत्तर अधिक. त्याप्रमाणेंच स्थिति आकाशांत आहे. सर्वांत श्रीमान् (शोभायमान्) अशा पहिल्या प्रतीच्या तारा फक्त सुमारें २० आहेत. एकेका वर्गांतील सर्व तारांचें तेज अगदीं सारखें असतें असें नाहीं. पहिल्या वर्गांतल्या तारांत तर परस्परांत पुष्कळ अंतर आहे. परंतु तितके वर्ग करावे तर फार घोटाळा होईल.

जानुआरीपासून सर्व उन्हाळाभर आवशीस आकाशांत दक्षिणेकडे पाहिलें असतां सर्वांत तेजस्वी अशी एक तारा दिसते. ती त्या बाजूस निमेच्या कांहीं अलीकडे असते. तिच्या बरीच दक्षिणेस तिच्याहून किंचित् कमी परंतु इतर सर्वांहून तेजस्वी अशी दुसरी एक तारा दिसते. ह्यांतील पहिलीला **व्याध** अथवा **लुब्धक** म्हणतात. दुसरी **अगस्त्य** होय. मार्च महिन्याच्या पहिल्या पंध्रवड्यांत आवशीस सुमारें सात वाजतां ह्या दोन तारा आपला अर्धा मार्ग क्रमून मध्याह्नवृत्तावर आलेल्या दिसतात. ह्या दोन्ही तारा पहिल्या वर्गांतल्या आहेत.

आतां आपण सर्व तारांच्या मध्यें खुंटासारखा असणारा सर्वांचा नायक ओळखूं या. सप्तर्षींची ओळख असेल तर ध्रुव ओळखण्यास सोपें. म्हणून प्रथम सप्तर्षि पाहूं. जमिनीवर उताणें पडून आकाशाकडे डोळे लाविले असतां जशी आकाशाची स्थिति दिसेल, तशी निरानिराळ्या महिन्यांतली स्थिति नक्ष-

त्रपट पहिला, दुसरा व तिसरा यांत दाखविली आहे. आपले नेत्र आणि आकाश यांच्या मध्यें नकाशा धरावा. आणि नकाशा हें आकाश समजून त्यांत तारा पहाव्या. मग नकाशा एकीकडे करावा. म्हणजे त्याच तारा तशाच आकाशांत दिसतील, व त्यांतल्या कोणत्या तारेचें काय नांव हें नकाशावरून समजेल. लहानमोठ्या तारांच्या निरनिराळ्या खुणा नकाशांत लिहिल्या आहेतच. उत्तरेकडे डोकें करून उताणें पडलें असतां, वर समोर खस्वस्तिक येऊन उजव्या बाजूस पश्चिम व डाव्या बाजूस पूर्व येते. म्हणूनच आकाशाचा नकाशा वर उत्तर, खालीं दक्षिण, असा धरिला असतां त्यांत उजवे हातास पश्चिम व डावे हातास पूर्व लिहितात. पृथ्वीच्या नकाशांत उजवेकडे पूर्व आणि डावेकडे पश्चिम असते. त्याच्या उलट आकाशाच्या नकाशांत कां हें आतां तुमच्या लक्षांत येईलच. तारा पाहण्यास उताणेंच पडलें पाहिजे असें नाहीं. ज्या दिशेच्या तारा पहाणें असेल तिकडे तोंड करून उभें राहावें. मग वर तोंड करून आकाशाच्या दिशांशीं नकाशाच्या दिशा मिळतील, अशा रीतीनें आपले नेत्र आणि आकाश यांच्यामध्यें नकाशा धरावा. म्हणजे नकाशा आणि आकाश यांची तुलना करून तारांची ओळख ज्याची त्यास करून घेतां येईल. एकाद्या रात्रीं ९ वाजतां जशी तारांची स्थिति दिसते, तशीच एक महिन्यापूर्वी ११ वाजतां व एक महिन्यानंतर ७ वाजतां दिसते. म्हणजे महिन्यांत सुमारें दोन तासांचा, पंधरा दिवसांत एका तासाचा, व रोज सुमारें चार मिनिटांचा फरक पडतो. एका रात्रीं कोणा एका वेळीं तारा जेथें दिसतात त्याहून पश्चिमेस एक अंशावर त्या दुसरे रात्रीं तितके वाजतां दिसतात. म्हणजे दररोज एक अंश पश्चिमेस जातात. आज सात वाजतां खस्वस्तिकीं दिसल्या, तर तीन महिन्यांनीं तेव्हां मावळावयास जातात. हे दोन नियम लक्षांत ठेवावे. एकाद्या रात्रीं पहाटेस पांच वाजतां जी स्थिति दिसते, तीच पांच महिन्यांनीं आवशीस सात वाजतां दिसते, हाही नियम फार उपयोगी आहे.

नकाशांत तारखा लिहिल्या आहेत, त्यावरून नकाशाप्रमाणें स्थिति कोणत्या महिन्यांत कधीं किती वाजतां दिसेल हें समजेल. इतर दिवशीं तशी स्थिति केव्हां दिसेल किंवा अमुक वाजतां कशी स्थिति दिसेल हें वरील दोन नियमांवरून समजेल. नकाशांत वेळ लिहिला आहे तो निजकाल म्हणजे त्या त्या ठिकाणचा काल (लोकल टाइम) समजावा. ह्याविषयीं विवेचन पुढें एका प्रकरणांत आहे.

एप्रिलच्या सातव्या तारखेस रात्रीं सात वाजतां उघड्या जागीं उत्तराभिमुख उभें राहून अकाशाकडे डोळे करून पहिला नक्षत्रपट पहा. उत्तर दिशा खालीं, डाव्या बाजूस पश्चिम, आणि उजव्या बाजूस पूर्व, असा तो धरा. त्यांत उजव्या अंगास सप्तर्षि आहेत. ते सातही बहुधा दुसऱ्या प्रतीचे आहेत. उत्तर आणि पूर्व यांच्या अर्ध्या भागाच्या सुमारास ते आहेत. त्यांची आकृति मनांत धरून आकाशांत त्याच बाजूस पहा, म्हणजे सप्तर्षींची ओळख पटल्यावांचून राहणार नाहीं. एकीसारख्या एक तेजस्वी अशा सात तारा एका ठिकाणीं आकाशाच्या त्या भागीं दुसऱ्या नाहींतच. त्यांत डाव्या बाजूस चार तारांचा एक चौकोन झाला आहे, व उजव्या बाजूस तीन तारा आहेत. किंवा उजव्या बाजूस अर्धवर्तुलाकारांत पांच तारा आहेत. त्या वर्तुलाचा बांक खालच्या बाजूस आहे. डाव्या बाजूस बाकीच्या दोन तारा आहेत. सातांमध्यें उजव्या अंगून दुसरी तारा दिसते, तो **वसिष्ठ** होय. त्याच्या अगदीं जवळ खालच्या बाजूस किंचित् उजव्या अंगास बारीक तारा दिसते, ती **अरुंधती** होय. दृष्टि सूक्ष्म नसली तर ती दिसणार नाहीं. न दिसली तरी फिकीर करूं नका. अरुंधती सुमारें पांचव्या प्रतीची आहे. दृष्टि सूक्ष्म असल्यास अभ्यासानें हिच्यापेक्षांही सूक्ष्म तारा दिसतात. ह्याच रात्रीं अकरा वाजतां पहाल तर सप्तर्षि मध्याह्नीं आलेले दिसतील. मे महिन्याच्या आरंभीं नऊ वाजतां व जूनच्या आरंभीं सात वाजतां ते मध्याह्नीं दिसतील. मार्चपासून सात महिने ते अवशीस दिसतात. त्यांत मार्चमध्यें सात वाजतां नुकते उगवलेले असतात; सप्तंबरांत मावळावयास गेलेले असतात. सप्तर्षींमध्यें डाव्या अंगास जे दोन आहेत, त्यांत वरचा **पुलह** आणि खालचा त्याच्या उत्तरचा **क्रतु** होय. ह्या दोहोंस सांधणारी एक रेषा काढून ती खालच्या बाजूस म्हणजे क्रतूच्या अंगास आणखी पांचपट वाढविली तर **ध्रुवास** जाऊन मिळते. ध्रुव तारा सुमारें दुसऱ्या प्रतीची आहे. परिशिष्ट एक ह्यांत तारांच्या प्रती दिल्या आहेत. ध्रुवाच्या आसपास सुमारें पंधरा अंशांत इतकी तेजस्वी दुसरी तारा नाहीं. एकदां ध्रुव पाहिल्यावर दोन तीन तासांनीं पुन्हां पहावा. त्या वेळीं सप्तर्षि बरेच सरकले असें दिसेल; परंतु ध्रुव पहिल्या जागेवरून चळलेला दिसावयाचा नाहीं. व यावरून ध्रुवाची ओळख सहज होईल. पुलह आणि क्रतु यांस सांधणारी रेषा खालीं वाढविली असतां तींत ध्रुव येतो, म्हणून त्या दोन तारांस ध्रुवदर्शक म्हणतात.

मार्चपासून सात महिन्यांत सप्तर्षि आणि ध्रुव ह्यांची पहिली ओळख आवशसि करून घेतां येते. फेब्रुआरीच्या आरंभीं देखील रात्रीं नऊ वाजतां व जानुआरीमध्यें अकरा वाजतां सप्तर्षि नुकते उगवलेले असतात. परंतु ते मध्याह्नीं आलेले पाहणें जास्त सोईचें असतें. जानुआरीच्या आरंभीं पहाटेस पांच वाजतां व फेब्रुआरीच्या आरंभीं पहाटेस तीन वाजतां ते मध्याह्नीं दिसतात. बाकीच्या तीन महिन्यांत त्यांची ओळख करून घेणें असेल तर पहाटेस उठण्याची तसदी घेतली पाहिजे. आक्टोबरांत पहाटेस पांच वाजतां ते नुकतेच उगवलेले असतात; नवंबरांत त्यावेळीं बरेच वर आलेले दिसतात; आणि दिसेंबरांत तर त्याहून वर दिसतात; त्यांत ध्रुवदर्शक २ ऋषि तर मध्याह्नाच्या अगदीं जवळ आलेले असतात.

ह्या पुस्तकाचा उपयोग ज्या प्रदेशांत होण्याचा संभव आहे, त्याचा मध्य २० अक्षांशांवर होतो असें समजून तेथें जशी तारांची स्थिति दिसेल तशी नक्षत्रपटांत दाखविली आहे. **नाशिक**चे अक्षांश २० आहेत. तेथें नकाशाप्रमाणें स्थिति दिसेल. जसजसें दक्षिणेस किंवा उत्तरेस जावें तसा किंचित् फरक पडेल. **धारवाड**चे अक्षांश सुमारें १५½ आहेत. तेथें नकाशाच्या दक्षिण मर्यादेच्या पलीकडील ४½ अंशांतल्या तारा दिसतील. त्या अर्थातच नकाशांत दाखविलेल्या नाहींत. नकाशांतील उत्तरेकडील ४½ अंशांतल्या तारा धारवाडास दिसणार नाहींत. **ग्वाल्हेर**चे अक्षांश सुमारें २६ आहेत. तेथें नकाशांत दक्षिणेकडील ६ अंशांतल्या तारा दिसणार नाहींत. उत्तरेकडे ६ अंशांतल्या जास्त दिसतील. नकाशाच्या मध्यबिंदूपासून कडेपर्यंत म्हणजे खस्वस्तिकापासून क्षितिजापर्यंत ९० अंश होतात. यावरून ६ अंश म्हणजे किती थोडी जागा आहे हें दिसून येईल. तिन्ही नकाशांत उत्तरबिंदूपासून २० अंशांवर ध्रुव आहे. आपले ठिकाणापासून जसजसें उत्तरेस किंवा दक्षिणेस जावें, तसतसा तो वर किंवा खालीं दिसेल. जागेचे जितके अक्षांश तितकी तेथें ध्रुवाची उंची दिसते.

आतां आपण कधींही न मावळणाऱ्या तारा पाहूं. ध्रुवाची पक्की ओळख होईपर्यंत सप्तर्षि आकाशांत नसतील तेव्हां ध्रुव लवकर लक्षांत येत नाहीं. तो येण्यासही ह्या तारा उपयोगी आहेत. तिन्ही नक्षत्रपटांत ध्रुवाजवळ **ध्रुवमत्स्य** नांवाचा तारकापुंज आहे. त्यांत सात तारा आहेत. ध्रुव हें माशाच्या शेंपटाचें टोंक आहे. आणि २ तारांनीं मत्स्याचें पसरट तोंड झालें आहे. ह्या दोन तारा मत्स्याचें पुच्छ आणि सप्तर्षि ह्यांच्या मध्याच्या सुमारास आहेत.

त्यांतली एक ध्रुवाइतकी तेजस्वी आहे. दुसरी अंमळ कमी आहे. तिच्याहून बाकीच्या बारीक आहेत. ह्यांच्या आसपास आणखी बारीक तारा आहेत, परंतु त्या मत्स्याकृतींत येत नाहींत. काळोख्या रात्रीं हा मत्स्य सामान्य नेत्रांसही उत्कृष्ट दिसतो. आणि एकदां त्याची ओळख पटली म्हणजे ती जावयाची नाहीं. कोणत्याही रात्रीं केव्हांही पहा, हा मत्स्य ध्रुवस्थानाजवळ कोठें तरी असावयाचाच. तो कधीं मावळत नाहीं. कधीं सतत २४ तास काळोख असता, तर ध्रुवाभोंवतीं होणारी त्याची पूर्णप्रदक्षिणा आपल्यास दिसली असती. जूनच्या आरंभीं ९ वाजतां ध्रुवमत्स्य मध्याह्नवृत्ताच्या सुमारास ध्रुवाच्या वर दिसतो. तिसऱ्या नक्षत्रपटांत दाखविल्याप्रमाणें व त्यांत लिहिल्या वेळीं तो खालीं दिसतो. त्या वेळीं त्याचें तोंड क्षितिजास लागावयास झालेलें असतें. दुसऱ्या नक्षत्रपटांत लिहिल्याप्रमाणें तो ध्रुवाच्या डाव्या बाजूस दिसतो. व त्याचप्रमाणें केव्हां केव्हां उजवीकडे दिसतो. फेब्रुआरीपासून सहा महिने रात्रीं केव्हां तरी तो ध्रुवाच्या वरून उजवेकडून डावेकडे जाऊन मध्याह्नवृत्ताचें उल्लंघन करितो. आणि आगष्टपासून सहा महिने खालून करितो, त्या वेळीं तो डावेकडून उजवेकडे जातो. ह्या लंघनांस आपण **ऊर्ध्वलंघन** आणि **अधोलंघन** असें म्हणूं.

सूर्य, चंद्र आणि तारा पूर्वेस उगवतात, पश्चिमेस मावळतात; पुन्हां दुसरे दिवशीं पूर्वेस उगवतात. ह्याप्रमाणें त्या रोज पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा करितात असें दिसतें. परंतु ही त्यांची दैनंदिन (रोजरोजची) गति वास्तविक नव्हे; ती भासमान होय. पृथ्वी स्वतःभोंवतीं पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरते, ह्यामुळें ही गती भासते. लहानपणीं खेळण्यांत एकादे वेळीं आपल्या भोंवतीं फिरतां फिरतां भोंवळ आलेली सर्वांस आठवत असेल. त्या वेळीं आपण स्थिर असून भोंवतालचे सर्व पदार्थ आपल्या भोंवतीं फिरतात असें वाटतें. परंतु वस्तुतः ते फिरत नसतात; आपल्या फिरण्यामुळें ते फिरतात असें भासतें. त्याप्रमाणेंच हें होय. पृथ्वी ज्या कल्पित रेषेवर स्वतःभोंवतीं फिरते त्या रेषेस **आंस** अथवा **अक्ष** म्हणतात. आणि त्याच्या टोंकांस ध्रुव म्हणतात. पृथ्वीचा आंस वाढविला असतां तोच आकाशाचा आंस होतो. आकाशाच्या आंसाचीं जीं टोंकें ते आकाशाचे ध्रुव होत. हे अर्थात् पृथ्वीच्या ध्रुवासमोर असतात. दक्षिणोत्तर ध्रुव सांधणाऱ्या रेषेभोंवतीं, अर्थात् ध्रुवाभोंवतीं सर्व भ*चक्र फिरतेसें दिसतें. सांप्रत

* भ म्हणजे नक्षत्र.

आपण ज्या तारेला ध्रुव म्हणतों ती अगदीं उत्तरध्रुवबिंदुस्थानीं नाहीं; त्याच्या दक्षिणेस सुमारें १। अंश आहे. तीन हजार वर्षांपूर्वी ही ध्रुवबिंदुपासून पुष्कळ अंतरावर होती. व तेव्हां दुसरी एक तारा ध्रुवबिंदूच्या जवळ होती. बारा हजार वर्षांनीं अभिजित् ही तारा ध्रुवबिंदूच्या जवळ येणार आहे. ध्रुवालाही स्थिरपणा नसावा ना ! तो नाहीं हें खरें. कां नाहीं हें पुढें समजेल. अगस्त्य हा दक्षिणध्रुव असें कोणी समजतात, परंतु ती चुकी आहे. दक्षिणध्रुवाजवळ सांप्रत एकादी मोठी तारा नाहीं, आणि असती तरी ती आपल्या देशांतून दिसली नसती.

पृथ्वीच्या पाठीवर तिच्या भोंवतीं दोन्हीं ध्रुवांपासून सारख्या अंतरावर जें पूर्वपश्चिम वर्तुळ कल्पितात त्यास **विषुववृत्त** म्हणतात. ज्या कालीं रात्र आणि दिवस समान असतात त्या कालास **विषुवकाल** म्हणतात. विषुववृत्तावर जीं स्थानें आहेत त्यांस रात्र आणि दिवस हीं सर्वदां सारखीं असतात. म्हणून ह्या वृत्तास विषुववृत्त हें नांव पडलें. ह्यानें पृथ्वीचीं २ अर्धें होतात. आपला देश उत्तरगोलार्धांत आहे. दक्षिणगोलार्धांत जमीन फार थोडी आहे. पृथ्वीवरच्या विषुववृत्ताची पातळी वाढविली म्हणजे ती आकाशांत जेथें छेदील तें आकाशाचें विषुववृत्त होय. पृथ्वीवर विषुववृत्तापासून उत्तरेकडील किंवा दक्षिणेकडील स्थानांचें जें अंतर त्यास **अक्षांश** म्हणतात. त्याप्रमाणें आकाशांत विषुववृत्तापासून तारांचें जें उत्तरदक्षिण अंतर त्यास **क्रांति** म्हणतात. विषुववृत्तावर लंब होऊन दोन्ही ध्रुवांतून जाणारीं जीं अनेक वृत्तें कल्पितात त्यांस **याम्योत्तरवृत्तें** म्हणतात. त्यावर ही क्रांति अंश या मापानें मोजितात. सांप्रत ध्रुवाच्या तारेची क्रांति सुमारें ८८॥ अंश आहे. आणि ध्रुवबिंदूची क्रांति बरोबर ९० अंश आहे. अर्थात् सांप्रतची ध्रुवतारा ध्रुवबिंदुस्थानीं नाहीं. पृथ्वीवर जसें एका मुख्य याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्वेकडे किंवा पश्चिमेकडे जें अंतर त्यास रेखांतर, रेखांश किंवा देशांतर म्हणतात, त्याप्रमाणें आकाशांत एक मुख्य याम्योत्तरवृत्त मानिलें आहे त्यापासून पूर्वेस मोजिलेलें तारेचें जें अंतर त्यास **विषुवांश** म्हणतात. हें विषुववृत्तावर मोजितात. पृथ्वीच्या दैनंदिनभ्रमणामुळें सगळें विषुववृत्त २४ तासांत स्वतःभोंवतीं प्रदक्षिणा करितें, म्हणजे २४ तासांत ३६० विषवांश फिरतें. म्हणून विषवांश हे अंशांच्या रूपानें किंवा तासांच्या रूपानें म्हणजे कालाच्या रूपानें लिहितात. परिशिष्ट १ यांत तारांचे विषुवांश होरात्मक (तासांच्या रूपानें) दिले आहेत.

४

सूर्यचंद्र पूर्वेस उगवतात तेव्हां त्यांच्या व आपल्यामधील एकाद्या सरळ झाडाची खूण धरून त्यांजकडे पहावें; म्हणजे ते सरळ वर येत नाहींत, उजव्या अंगाकडे तिरप्या मार्गानें वर येतात, असें आपणास दिसेल. याप्रमाणें ताराही तिर्कस वर येतात. आपण विषुववृत्तावर असतों तर तेथें त्या समोर वर येतात, असें दिसलें असतें. तेथें दोन्ही ध्रुवबिंदु क्षितिजांत दिसतात. आणि त्या ध्रुवबिंदूंतून जाणाऱ्या आंसावर पृथ्वी फिरते म्हणून विषुववृत्तावरील लोकांस आंसाशीं अगदीं उभ्या म्हणजे लंबरूपानें तारा फिरतातशा दिसतात. आपण विषुववृत्ताच्या उत्तरेस आहों म्हणून आपली दृष्टि उत्तरध्रुवाच्या पलीकडे जाऊन ध्रुव आपणांस वर दिसतो. व आपल्या स्थळीं आंस तिर्कस आहे म्हणून सर्व तारा तिर्कस फिरतात. तिन्ही नक्षत्रपटांत विषूववृत्त दाखविलें आहे. पूर्वेस तोंड करून नकाशा समोर धरून विषुववृत्त पहा. तसेंच पश्चिमेस पहा. म्हणजे तें जसें तिर्कस दिसेल तशाच रीतीनें तारा तिर्कस उगवतात, आणि तिर्कस मावळतात. म्हणून थेट पूर्वेस उगवलेल्या ताराही मध्याह्नीं येतात तेव्हां आपल्या डोक्यावर येत नाहींत, दक्षिणेस दिसतात. जसें जसें पृथ्वीवर उत्तरेस जावें तसतसा हा तिर्कसपणा वाढतो. इंग्लंदांत मार्च महिन्याच्या २१ व्या तारखेस थेट पूर्वेस उगवलेला सूर्यही भरदोनप्रहरीं दक्षिण बिंदूपासून फक्त सुमारें ३८ अंश वर दिसतो आणि ध्रुवावर आपणांस जातां येईल तर तेथें त्या तारखेस सूर्य क्षितिजांतच दिसेल, व २४ तासांत क्षितिजांतूनच त्याची एक प्रदक्षिणा होईल. ध्रुवावर सहा महिने रात्र असते. तेव्हां तेथें सर्व तारा क्षितिजाशीं समांतर फिरतात; आणि ध्रुवतारा डोक्यावर असते. ह्याप्रमाणें पृथ्वीवर एकाच स्थळीं आणि निरनिराळ्या स्थळीं हें दिव्य म्हणजे आकाशाचें भ्रमण चमत्कारिक आणि निरनिराळें दिसतें.

देवांचीं मंदिरें

पृथ्वीच्या दैनंदिन भ्रमणामुळें भासणारें दिव्य भ्रमण मागच्या प्रकरणांत सांगितलें. आतां दुसऱ्या एका अल्पशा भासमान दिव्य गतीचा थोडासा विचार करून मग आपण देवांचीं रत्नजडित मंदिरें पाहूं.

चंद्र, सूर्य आणि तारा आकाशास चिकटल्यासारख्या आपल्यास दिसतात, परंतु आकाश म्हणून कांहीं वस्तुच नाहीं. मैदानांत उभें राहिलें असतां लांबचीं झाडें आकाशास चिकटल्यासारखीं दिसतात; परंतु आपण तिकडे जाऊं लागलों असतां त्यांतलीं कांहीं जवळ लागतात, कांहीं त्याहून दूर असतात. त्याप्रमाणें चंद्र आपल्यास अगदीं जवळ आहे; शुक्रसूर्यादिक त्याहून लांब आहेत; अभ्रें, वीज हीं देखील तारांइतकीं दूर असतील असें आपणांस वाटतें, परंतु तीं तर पांच-चार मैलांवर असतात. चंद्र आपल्यास फार जवळ आहे. परंतु तोही अभ्रांच्या हजारोंपट दूर आहे. मैदानांत एकाद्या झाडाभोंवतीं फिरावें, आणि त्या झाडाचें टोंक आकाशांत कोठें दिसतें हें पहावें. तें जसें ठेंगणें किंवा उंच असेल त्याप्रमाणें आकाशांत खालून किंवा वरून कोठून तरी त्याचा एक फेरा होतो असें दिसेल. त्याप्रमाणें पृथ्वी सुमारें ३६५। दिवसांत सूर्याभोंवतीं फिरते, म्हणून तिजवरून पहाणारास सूर्य एका वर्षांत सर्व तारांतून पश्चिमेकडून पूर्वेकडे भ्रमण करितो असें दिसतें. पृथ्वी रोज सुमारें एकेक अंश फिरते यामुळें सूर्य एके दिवशीं सायंकाळीं ज्या तारेजवळ असतो, ती जरी आपल्यास दिसत नाहीं, तरी दुसऱ्या दिवशीं सायंकाळीं तो तिच्या पूर्वेस एक अंश आलेला असतो. म्हणजे त्या वेळीं पूर्वेकडच्या सर्व तारा पूर्वदिवसापेक्षां एकेक अंश सूर्याजवळ गेलेल्या असतात. याप्रमाणें सायंकाळीं पश्चिमेस महिना दोन महिने पहात असलें तर तिकडील तारा उत्तरोत्तर सूर्याजवळ जाऊन दिसतनाशा होतात; आणि पूर्वेकडे नव्या दिसूं लागतात. पहिल्या प्रकरणांत ही गोष्ट आपण पाहिलीच आहे.

तारांतून सूर्य ज्या वर्तुळमार्गानें फिरतोसा दिसतो त्यास **क्रांतिवृत्त** म्हणतात. हा गमनमार्ग नियमित आहे. पृथ्वी आंसाभोंवतीं फिरते, तेव्हां तिचा प्रत्येक बिंदु विषुववृत्ताशीं समांतर फिरतो, परंतु ती सूर्याभोंवतीं फिरते ती विषुववृत्ताच्या दिशेनें फिरत नाहीं. यामुळें सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरतोसा दिसतो, तोही विषुववृत्तांतून फिरतोसा दिसत नाहीं. त्याचें फिरण्याचें क्रांतिवृत्त

विषुववृत्तास तिर्कस छेदितें. हा तिर्कसपणा हल्लीं सुमारें २३ अंश २७ कलाँ* आहे. याला क्रांतिवृत्ताचें **तिर्यक्त्व** म्हणतात. एक बांगडी घ्यावी, आणि तींत बरोबर बसेल अशी म्हणजे तिजहून किंचित् लहान अशी दुसरी एक बांगडी घ्यावी. दोन्ही प्रथम परस्परांस चिकटतील अशा धराव्या. मग एक पूर्वपश्चिम उभी धरून तींत दुसरी दक्षिणोत्तर उभी धरावी. अशा स्थितींत असतां बांगड्यांचीं वर्तुळें परस्परांवर लंब आहेत, असें म्हणतात. म्हणजे त्यांचा तिर्कसपणा अथवा कोन ९० अंशांचा असतो. व यावरून सुमारें २३॥ अंश म्हणजे किती तिर्कसपणा हें समजेल.

आमच्या प्राचीन ज्योतिषग्रंथांत क्रांतिवृत्ताचें तिर्यक्त्व २४ अंश सांगितलें आहे. सुमारें चार हजार वर्षांपूर्वी तें खरोखर तितकेंच होतें. पुढें उत्तरोत्तर कमी होत आहे, असें सूक्ष्म शोधावरून समजलें आहे.

वरील दोन बांगड्यांत आंतल्या बांगडीचा पृष्ठभाग आणि बाहेरचीचा आंतला भाग हीं दोन समान वर्तुळें आहेत. ह्या बांगड्या परस्परांस दोहोंहून जास्त ठिकाणीं छेदीत नाहींत, असें दिसून येईल. जेथें छेदितात तेथें परस्परांस दुभागतात. याप्रमाणेंच क्रांतिवृत्त आणि विषुववृत्त हीं सारखीं आहेत, तीं परस्परांचे दोन समान भाग करितात. क्रांतिवृत्त अर्धें विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस व अर्धें उत्तरेस असतें. दोन वर्तुळें ज्या बिंदूंत परस्परांस छेदितात त्या बिंदूंस **संपात** असें म्हणतात.

सूर्य विषुववृत्तांतून फिरत नाहीं, क्रांतिवृत्तांतून फिरतो. यामुळें पृथ्वीच्या रोजच्या भ्रमणांत तो रोज थेट पूर्वेस उगवत नाहीं. सहा महिने थोडासा दक्षिणेस आणि सहा महिने उत्तरेस उगवतो. सुमारें दिसेंबरच्या २१ तारखेस विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस असण्याची त्याची सीमा होते. त्या वेळीं त्याची दक्षिणक्रांति सुमारें २३ अंश २७ कला असते. व त्या दिवशीं तो पूर्वबिंदूच्या दक्षिणेस सुमारें २९ अंश उगवतो.§ या दिवशीं सायन **मकरसंक्रांति** होते.

---

* **कला** म्हणजे अंशाचा ६० वा हिस्सा. कलेच्या साठाव्या हिश्शाला **विकला** म्हणतात. चंद्रबिंबाच्या वृद्धिक्षयाच्या संबंधानें कला शब्दाचा प्रयोग करितात, तेव्हां त्याचा अर्थ 'चंद्रबिंबाचा सोळावा भाग' असा होतो.

§ स्वस्थ ज्योति उगवतात किंवा मावळतात, तेव्हां त्यांचें पूर्वबिंदूपासून जें अंतर असतें त्यास **अग्रा** म्हणतात. विषुववृत्तावर क्रांतीइतकीच अग्रा असते. उत्तरोत्तर वाढते. **२०** अंशांवर २३॥ क्रांतीची अग्रा सुमारें २५ अंश असते. पूर्वबिंदूपासून दक्षिण किंवा उत्तरबिंदूपर्यंत अंतर ९० अंश असतें.

या दिवसापासून सूर्याचें उत्तरेस जाणें म्हणजे उद्गयन सुरू होतें. मार्चच्या २१ व्या तारखेच्या सुमारास तो विषुववृत्तावर येऊन थेट पूर्वेस उगवतो. जूनच्या २१ व्या तारखेस त्याच्या उद्गयनाची सीमा होऊन, दक्षिणायन लागतें. या दिवशीं सायन **कर्क**संक्रमण होतें. पुन्हां सप्तंबरच्या २२ व्या तारखेस तो विषुववृत्तावर थेट पूर्वेस उगवतो. डिसेंबरच्या २१ व्या तारखेस तो फार दक्षिणेस असतो, यामुळें उगवल्यापासून मावळेपर्यंत त्याचा फेरा लहान होतो. म्हणून त्या दिवशीं दिनमान अगदीं कमी असतें. त्यामुळें, आणि दोन प्रहरींही त्याचे किरण तिर्कस पडतात म्हणून, तेव्हां थंडी फार पडते. जूनच्या २१ व्या तारखेस सूर्याचा उदयास्त फेरा फार मोठा असतो. म्हणून त्या दिवशीं दिनमान फार मोठें होतें. आणि दोन प्रहरीं त्याचे किरण बहुधा समोर पडतात. म्हणून तेव्हां उन्हाळा असतो. आपल्या देशांत २३॥ हून कमीं अक्षांशांच्या स्थलीं एप्रिलपासून पांच महिन्यांत सूर्य दोनदां डोक्यावर येतो. उन्हाळ्यांत आपल्या देशांत अति उष्णता उत्पन्न झाली म्हणजे दक्षिणेकडून मोसमीचा वारा वाहूं लागतो, आणि त्याबरोबर पाऊस पडतो.

सूर्य विषुववृत्तांतून फिरता तर उन्हाळा, पावसाळा, हिंवाळा असे निरनिराळे ऋतु झाले नसते. तो, म्हणजे वस्तुतः पृथ्वी, क्रांतिवृत्ताच्या पातळींतून फिरते, आणि क्रांतिवृत्त विषुववृत्ताशीं २३॥ अंशांनीं तिर्कस आहे, ही परमेश्वराची किती चमत्कारिक योजना आहे! आपल्या पृथ्वीची कक्षा विषुववृत्ताशीं तिर्कस आहे, तशीच इतर ग्रहांचीही कमजास्त तिर्कस आहे. यामुळें त्या ग्रहांवरही ऋतु होत असतील. असो. त्यासंबंधें वर्णन पुढें येईल.

मार्चच्या २१ व्या तारखेस सूर्य ज्या संपातीं येऊन उत्तरगोलार्धांत जातो, त्यास **वसंत**संपात किंवा **उत्तर**संपात म्हणतात. यावेळीं वसंत ऋतु असतो; आणि सायन **मेष**संक्रमण होतें. सप्तंबरांत सूर्य ज्या संपातांत असतो, त्यास **शारद**संपात अथवा **दक्षिण**संपात म्हणतात. ह्या वेळीं शरदृतु असतो. क्रांतिवृत्ताचे बारा भाग करितात, त्यांस **राशि** म्हणतात. त्यांस मेष, वृषभ इत्यादि नांवें आहेत. वसंतसंपात आणि ध्रुव ह्यांतून जाणारें जें वृत्तार्ध, तें आकाशांतलें मुख्य याम्योत्तरवृत्त होय. ह्यापासून आकाशस्थ ज्योतीचें जें अंतर ते विषुवांश, असें पूर्वी सांगितलेंच आहे. हें अंतर तारेवरून जाणारा लंब विषुववृत्तास जेथें छेदितो तो बिंदु आणि वसंतसंपात ह्यांमध्यें विषुववृत्तावर मोजितात. हें त्या संपातापासून पूर्वेस मोजितात.

सूर्याच्या भासमान दैनंदिन गतीचा आणि वार्षिक गतीचा विचार करीत असतां निरनिराळे ऋतु होण्याचें कारण सहज आपल्यास कळलें.

एथवर केलेल्या विचारावरून दिसून येतें कीं, सर्व तारा दिवसांत एकदां सगळ्या आकाशांतून भ्रमण करितात, आणि आज संध्याकाळीं जेथें पहाव्या त्याच्या थोड्या पश्चिमेस दुसऱ्या दिवशीं सायंकाळीं दिसतात, ह्या दोन्ही गति भासमान आहेत; वास्तविक नव्हत. चंद्र, शुक्र, इत्यादि कांहीं तेजांचीं मात्र स्थानें खरोखर पालटतात. बाकी सर्व तारांचें परस्परांमधलें अंतर बदलत नाहीं. त्या तुम्हीं आज पहा, पुढें केव्हांही पहा. दोन हजार वर्षांपूर्वी त्या जशा दिसत होत्या, तशाच बहुधा आज दिसतात. व पुढें दोन हजार वर्षांनीं अशाच दिसतील. त्यांस थोडी गति आहे, तिला वास्तव-गति म्हणतात. परंतु ती इतकी अल्प आहे कीं, दोन हजार वर्षांतही ती फारशी अनुभवास येत नाहीं. म्हणून त्यांस स्थिरच समजतात. याप्रमाणें **स्थिर** आणि **चर** असे आकाशस्थ ज्योतींचे दोन प्रकार होतात. चलांपैकीं बुधादि कांहीं तारा सूर्याभोंवतीं फिरतात, आणि चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतो. जीं तेजें सूर्याभोंवतीं फिरतात, त्यांस **ग्रह** म्हणतात. आणि जीं तेजें ग्रहाभोंवतीं फिरतात, त्यांस **उपग्रह** म्हणतात. आकाशांतील एका तेजाचा दुसऱ्या तेजाभोंवतीं फिरण्याचा जो मार्ग त्यास **कक्षा** म्हणतात. आपली पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते. म्हणजे तो एक ग्रह आहे. गुरुशुक्रादि ग्रह आपल्यास जसे तेजस्वी दिसतात, तशी त्यांवरून आपली पृथ्वी दिसत असली पाहिजे.

चंद्र आणि ग्रह ह्यांच्या कक्षा क्रांतिवृत्ताच्या आसपास आहेत, व त्यास छेदितात. त्या कक्षा आणि क्रांतिवृत्त ह्यांमध्यें लहान मोठे कोन होतात. त्यांस **विक्षेप** म्हणतात. ते सर्व सुमारें साडेसात अंशांच्या आंत आहेत. यामुळें क्रांतिवृत्ताच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस एकंदर सुमारें १९ अंश रुंदीच्या प्रदेशांत ग्रह फिरत असतात. ह्या प्रदेशास आपण **क्रांतिप्रदेश** म्हणूं.

वाचक म्हणतील कीं, काय ही कंटाळवाणी बडबड लाविली आहे? परंतु असें पहा कीं, मुंबई, पुणें इत्यादि प्रसिद्ध नगरें ज्यांनीं पाहिलीं नाहींत अशा अपरिचित मनुष्यांस त्यांतील नामांकित व शोभायमान् इमारती पहावयाच्या असल्या तर मुंबई, पुणें हीं कोठें आहेत, त्यांतील कोणत्या रस्त्यावर कोणत्या पेठेंत किंवा महल्ल्यांत कोणती इमारत आहे याचा शोध प्रथम केला पाहिजे. पृथ्वीवर ही गोष्ट, तर स्वर्गांतील देवांचीं मंदिरें पाहण्यास कांहीं तयारी नको काय?

देव शब्दाचा एक अर्थ प्रकाशणारा असा आहे. चंद्रसूर्यशुक्रादि दिव्यतेजें नक्षत्रांतून आकाशांत संचार करीत असतात, हे देव होत. त्यांत कोणास सर्व आकाशाचें क्रमण करण्यास कांहीं दिवस लागतात. कोणास कांहीं महिने लागतात. कोणी कांहीं वर्षें फिरतात. आणि कांहींना तर मनुष्याच्या आयुष्याहूनही जास्त वर्षें लागतात. हा प्रवास करीत असतां त्यांस मार्गांत वस्ती करण्याकरितां तारारूप रत्नजडित मंदिरें बांधिलेलीं आहेत. 'नक्षत्रें हीं देवांचीं मंदिरेंच आहेत,' असें वेदांतही म्हटलें आहे. हीं मंदिरें पाहण्याची आपली पूर्वतयारी झाली. आतां त्यांत प्रवेश करूं. आमचे वाचक म्हणतील कीं, 'आह्मांस एव्हांशींच स्वर्गास नेतां कीं काय?' —पण मित्रहो, भिऊं नका. आपण एथूनच स्वर्ग पाहूं. आणि खरोखरच आपल्या पृथ्वीसारखीं व तीहून अति मोठीं गुरु, शनि इत्यादि भुवनें, प्रकाशादिकांनीं त्यांचें पोषण करणारा पूषा, आणि त्यांसारखे किंवा त्यांहून हजारोंपट मोठे आणि लक्षावधि योजनें अंतरावर असणारे तारकारूप अगणित लोक, ह्यांचें अवलोकन करून त्या सर्वांच्या नियामकाच्या विचारांत लीन होणें, ह्याहून दुसरा स्वर्ग कोणता आहे?

तारा आणि नक्षत्र यांच्या अर्थांत थोडासा भेद आहे. चंद्रादिकांच्या मार्गांतल्या ज्या ठळक तारका त्यांस **नक्षत्रें** म्हणतात. चंद्रास सर्व आकाशांतून फिरण्यास २७। दिवस लागतात. त्यावरून २७ किंवा २८ नक्षत्रें आमच्या पूर्वजांनीं मानिलीं. चंद्राच्या एका दिवसाच्या मार्गांत अनेक तारा असतात. त्यांत कांहीं चांगल्या ठळक दिसतात, कांहीं बारीक असतात. कोठें ठळक तारा एकादीच आहे, कोठें मुळींच नाहीं. यामुळें कांहीं नक्षत्रांची एकेकच तारा आहे, कांहींच्या जास्त आहेत. कांहींमध्यें ठळक तारा मुळींच नाहींत.

नक्षत्रपटावरून नक्षत्रांची ओळख करून घेण्याची सामान्य रीति मागील प्रकरणांत सांगितलीच आहे. आणखी कांहीं उपयोगी सामान्य नियम येथें सांगतों.

चंद्र पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतो, यामुळें अश्विनी, भरणी इत्यादि नक्षत्रें आकाशांत क्रमानें पश्चिमेकडून पूर्वेकडे आहेत. एकादें नक्षत्र आकाशांत एका ठिकाणीं दिसलें तर त्यच्या पुढचें त्याच्या पूर्वेस असावयाचें.

एका वेळीं अर्धें आकाश आपणांस दिसतें. म्हणून सुमारें १३ नक्षत्रें मात्र एका वेळीं दिसतात. आवशीस १२–१३ नक्षत्रें पाहिलीं तर दुसरीं १२–१३ पहाटेस दिसतात. सूर्य ज्या नक्षत्रीं असतो तें व त्याच्या पुढचें मागचें ए-

कादें नक्षत्र सूर्याच्या तेजामुळें मुळींच दिसत नाहीं. सारांश पहाटेस व आवशीस पाहिलें तर सुमारें २५ नक्षत्रें एका रात्रींत दिसतील.

ज्या तारांची ओळख झाली त्या व दुसऱ्या, ह्यांचें नकाशांतील अंतर व दिशा ह्यांची आकाशांतील स्थितीशीं तुलना करणें हें नवीन तारा ओळखण्यास फार उपयोगी आहे.

सत्तावीस नक्षत्रांपैकीं, अश्विनी, भरणी, पुनर्वसूच्या चार तारांपैकीं उत्तरेच्या दोन, पूर्वा, उत्तरा, स्वाती, श्रवण, धनिष्ठा, पूर्वाभाद्रपदा आणि उत्तराभाद्रपदा ह्या १० नक्षत्रांच्या तारांच्या दक्षिणेकडून चंद्र जातो. मृगशीर्ष, आर्द्रा, आश्लेषा, हस्त, मूळ या पांचांच्या उत्तरेकडून जातो. बाकीच्यांच्या दोहींकडून जातो. कधीं जवळून जातो, कधीं त्यांचें आच्छादन करितो.

अमुक नक्षत्राच्या योगतारेशीं चंद्राची युति* अमुक वेळीं होईल असें सायन‡ पंचांगांत ताराचंद्रयुति-कोष्टकांत रोजचें दिलेलें असतें. त्याचाही उपयोग नक्षत्रांची ओळख करून घेण्यास होईल. पहिल्या प्रतीच्या तारा, चंद्र जवळ असला तरी दिसतात. बाकीच्यांच्या अगदीं जवळ चंद्र असला तर त्या मुळींच दिसत नाहींत. जसजसें चंद्राचें तेज जास्त होऊं लागतें किंवा त्याचें अंतर कमी होऊं लागतें, तसतशा त्या दिसतनाशा होतात. युतीच्या वेळीं त्या दिसल्या नाहींत, तर दुसऱ्या तिसऱ्या दिवशीं पहाव्या. चांदण्या रात्रीं चंद्राजवळचीं एकदोन खेरीज करून बाकीचीं नक्षत्रें पहाणें सोईचें. कारण त्या वेळीं बारीक तारा लोपलेल्या असतात.

चैत्र, वैशाख इत्यादि नांवें नक्षत्रांवरून पडलीं आहेत. तीं नक्षत्रें त्या त्या महिन्यांत आवशीस उगवतात आणि पहाटेस मावळतात. तीं अशीं:—

---

* दोन खस्थ ज्योतींस सांधणारी रेषा ध्रुवांतून जाते तेव्हां त्या दोहोंची **युति** झाली असें म्हणतात. म्हणजे या वेळीं त्या दोहोंचें पूर्वपश्चिम अंतर शून्य होतें; दक्षिणोत्तर अंतर कितीही असूं शकेल. दोन ज्योतींचा भोग सारखा होतो तेव्हां हीं युति झाली असें म्हणतात. युतीला **योग** असेंही म्हणतात. युतिकालीं दोन ज्योतींचें दक्षिणोत्तर अंतर एक अंशाहून कमी असलें तर त्यांचें युद्ध झालें असें म्हणतात; दोहोंचीं बिंबें परस्परांस लागलीं तर **उल्लेख** म्हणतात. संपातापासून किंवा दुसऱ्या मानलेल्या आरंभस्थानापासून मोजलेलें, ज्योतीपासून क्रांतिवृत्तावर काढलेला लंब त्यास छेदितो तेथपर्यंत जें अंतर त्यास **भोग** म्हणतात.

‡ सायन पंचांग ह्या ग्रंथाचे कर्ते **शं० बा० दीक्षित** काढीत असत. **शंकरराव** हे कैलासवासी झाल्यामुळें तें बुडालें आहे.

महिना	नक्षत्र	महिना	नक्षत्र
चैत्र	चित्रा.	आश्विन	अश्विनी.
वैशाख	विशाखा.	कार्तिक	कृत्तिका.
ज्येष्ठ	ज्येष्ठा.	मार्गशीर्ष	मृगशीर्ष.
आषाढ	अषाढा.	पौष	पुष्य.
श्रावण	श्रवण.	माघ	मघा.
भाद्रपद	भाद्रपदा.	फाल्गुन	फल्गुनी.

नक्षत्रें ओळखण्यास या यादीचा उपयोग होईलच. शिवाय यावरून स्थूलमानानें रात्रीचें मान समजेल. परिशिष्ट १ याच्या आधारें नक्षत्रांवरून बरेंच सूक्ष्म रात्रिमान काढण्याची सोपी रीति पुढें एका प्रकरणांत सांगितली आहे.

अश्विनीपासून १२ नक्षत्रांच्या सर्व तारा विषुवृत्ताच्या उत्तरेस आहेत. तसेंच स्वाती, अभिजित्, श्रवण, धनिष्ठा, पूर्वाभाद्रपदा, उत्तराभाद्रपदा, व रेवतीच्या कांहीं तारा ह्या उत्तरेस आहेत. बाकी सर्व दक्षिणेस आहेत.

आकाशांत विषुववृत्त कसें समजावें तें पाहूं. आपल्यास अर्धें विषुववृत्त क्षितिजावर दिसतें. ध्रुव जितका उंच तितकें तें खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस दिसतें. आणि तेथून तें पूर्वेकडे व पश्चिमेकडे तिरपें असतें. त्याचें एक टोंक नेहमीं पूर्वबिंदूंत असतें; आणि दुसरें पश्चिमबिंदूंत असतें. सर्व तारा रोज फिरतातशा दिसतात त्या विषुववृत्ताशीं समांतर फिरतात.

विषुववृत्त ध्यानांत येण्याची आणखी एक खूण सांगतों. मृग नक्षत्र पुष्कळांस ठाऊक असेल. मार्गशीर्षांत हें आवशीस उगवतें. पहिल्या किंवा तिसऱ्या नक्षत्रपटांत मृग आणि मृगशीर्ष पहा. मागच्या प्रकरणांत आपण व्याध पाहिलाच आहे, त्याच्या पश्चिमेस हें आहे. ह्यांत बऱ्याच तारा तेजस्वी आहेत. यामुळें हें चांगलें शोभायमान आणि रमणीय दिसतें. त्यांत मध्याह्नीं येतें तेव्हां तर तें विशेष आल्हादकारक दिसतें. मार्चच्या आरंभीं हें आवशीस मध्याह्नीं येतें. मृग म्हणजे हरिण आणि व्याध म्हणजे पारधी. नकाशांत मृग नक्षत्र दाखविलें आहे, त्यांत १, २, १२, १३ ह्या तारा मृगाचे चार पाय होत. त्यांच्या उत्तरेस ३ तारा आहेत, तें मृगाचें डोकें होय. पायांपैकीं पुढला डावा पाय आणि मागला उजवा पाय ह्या पहिल्या प्रतीच्या तारा आहेत. मृगाच्या पोटांत सरळरेषेंत तीन तारा आहेत; हा व्याधानें मृगास मारलेला बाण आहे. व्याधाच्या समोरच ह्या तीन तारा आहेत. मृगाच्या पोटांतल्या बा-

गाच्या ह्या तीन तारा थेट पूर्वेस उगवतात, व पश्चिमेस मावळतात म्हटलें तरी चालेल. उगवल्यापासून सुमारें ६ तासांनीं त्या मध्याह्नीं येतात. तेव्हां त्या पाहण्यास आपल्यास दक्षिणेकडे तोंड फिरवावें लागतें. पुढें सुमारें ६ तासांनीं त्या मावळतात. ह्या तिहींपैकीं अगदीं उत्तरेची तारा सांप्रत विषुववृत्ताच्या अगदीं जवळ दक्षिणेस आहे. परिशिष्टांत तिची क्रांति दक्षिण २२ कला आहे, म्हणजे चंद्रबिंबव्यासाच्या सुमारें पाऊणपट आहे. ती उगवल्यापासून मावळेपर्यंत ज्या मार्गानें जाईल त्याच्या उत्तरेस पाऊण चंद्रबिंबाइतक्या अंतरावरून विषुववृत्त जातें.

खस्वस्तिकाच्या कोणत्या दिशेस कोणतीं नक्षत्रें दिसतील हें नकाशावरून समजेल. नक्षत्रें केव्हांही मध्याह्नीं* येतील तेव्हां कोठें दिसतील हें पुढील नियमावरूनही समजेल. ज्या तारांची उत्तरक्रांति आपल्या जागेच्या अक्षांशांइतकी असेल त्या तारा आपल्या डोक्यावर दिसतील. त्यांहून जास्त उत्तरक्रांति असल्यास जितकी जास्त तितके अंश खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस दिसतील. बाकीच्या दक्षिणेस दिसतील. जागेच्या अक्षांशांहून कमी उत्तरक्रांति असेल तेव्हां अक्षांशांत क्रांतीचे अंश वजा करावे; बाकी उरेल तितके अंश तारा दक्षिणेस दिसेल. आणि क्रांति दक्षिण असल्यास ती अक्षांशांत मिळवावी. बेरजे इतके अंश तारा दक्षिणेस दिसेल. उदाहरण, पुण्याचे आक्षांश सुमारें १८॥ आहेत. तेथें वसिष्ठ मध्याह्नीं येईल तेव्हां तो खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस ३७ अंश दिसेल. रोहिणीची तिसरी तारा सुमारें खस्वस्तिकीं दिसेल. मृगशीर्षांतल्या तारा सुमारें (१८॥–९॥=) ९ अंश दक्षिणेस दिसतील. व्याध सुमारें (१८॥+१६॥=) ३९ अंश दक्षिणेस दिसेल.

ऐतरेय ब्राह्मणांत† मृग आणि व्याध यांची चमत्कारिक कथा आहे. व तींत ह्या नांवांचीं कारणें आहेत. म्हणून ती एथें देतों:—" प्रजापतीनें आपल्या कन्येचा अभिलाष केला. द्यू चा असें कोणी म्हणतात, उषेचा असें कोणी म्हणतात. ती रोहित् झाली. तिच्या जवळ तो ऋश्य होऊन गेला. त्याला देवांनीं पाहिलें. [आणि] प्रजापति अकृत करितो [असें ते म्हणूं लागले]. त्याला मारील असा कोणी ते पाहूं लागले. परंतु त्यांच्यांत असा

* तारादिकांच्या विषुवांशांत मध्यम रवीचे तत्कालीन विषुवांश परिशिष्ट १ वरून काढून ते वजा करावे. बाकी इतके तास दोन प्रहरचे १२ वाजल्यापासून गेल्यावर तारादिक मध्याह्नीं येतील. † १३.९.

कोणी सांपडला नाहीं. मग त्यांच्या ज्या अति घोर तनु त्या त्यांनीं एकत्र केल्या. त्यांचा एक देव झाला. त्याचें नांव भूतवत्. हें त्याचें नांव जो जाणतो तोच उत्पन्न झाला. त्याला देव म्हणाले ह्या प्रजापतीनें अकृत केलें आहे. याला विद्ध कर. तो म्हणाला तसें [करितों]. तो म्हणाला, मी तुमच्या जवळ वर मागतों. ते म्हणाले माग. तेव्हां पशूंचें आधिपत्य [मला असावें] असा वर त्यानें मागितला. म्हणून त्याचें पशुमान् हें नांव. जो त्याचें हें नांव जाणतो तो पशुमान् होतो. [तो] जाऊन त्याला वेधिता झाला. तो विद्ध झाला तो वर गेला. त्याला मृग म्हणतात. आणि मृगव्याध म्हणतात, तो [ज्यानें विद्ध केलें] तोच. जी रोहित् [झाली होती] ती रोहिणी. जो ३ कांडांचा बाण होता तोच हा [आकाशांतला] त्रिकांड बाण ".

तैत्तिरीय ब्राह्मणांत§ रोहिणी आणि प्रजापति यांची कथा थोड्या निराळ्या प्रकारानें आहे. तिचा सारांश असाः—" प्रजापतीनें प्रजा उत्पन्न केल्या. त्याच्या वीर्यापासून विराट् झाली. तिचें देवासुरांनीं ग्रहण केलें. प्रजापति म्हणाला कीं ही माझी. ती पूर्वदिशेस गेली. तिकडे प्रजापति गेला. याप्रमाणें ती संरक्षणाकरितां पुष्कळ ठिकाणीं फिरली. शेवटीं ती आकाशांत गेली. आणि रोहिणी झाली. आकाशांत आरोहण केलें म्हणून रोहिणीला रोहिणीत्व आलें."

तैत्तिरीय ब्राह्मणांत दुसरे एके स्थलीं रोहिणी शब्दाची व्युत्पत्ति दुसऱ्या एका प्रकारानें सांगितली आहे. सारांश मृग, व्याध, रोहिणी यांची आकृती इत्यादिकांवरून ह्या कथा कल्पिलेल्या दिसतात.

वरील कथांत रोहिणी नक्षत्र आलें आहे, तें मृगाच्या पश्चिमेस जवळच आहे. मृगाच्या पाठीस रुद्र लागला असे उल्लेख पुराणादिकांत पुष्कळ येतात.

मृगानुसारिणं साक्षात्पश्यामीव पिनाकिनं ॥

(छब दिखती ये हरण पिछे जौं शिवजी जंगल भटके)

शाकुंतल, अंक १.

ही कालिदासोक्ति पुष्कळांस माहित आहेच. महाभारतांत असे उल्लेख पुष्कळ आहेत. परंतु त्यांत एके* ठिकाणीं थोडें निराळें वर्णन आहे तें असेंः— " देव यज्ञ करीत असतां तेथें रुद्र आला. त्यानें यज्ञाच्या हृदयांत बाण मारिला. तेव्हां मृगाचें रूप धारण करून तो ' पावक ' यज्ञ आकाशांत गेला. तेथें त्याच्या मागें रुद्र लागला आहे असा तो शोभूं लागला.

§ १.१.१०. * सौप्तिक पर्व, अ० १८.

प्रोफेसर टिळक यानीं एका‡ डेक्कनकॉलेजग्यादरिंगच्या वेळीं प्रजापति आणि त्याचें यज्ञोपवीत सांगितलें, त्यांत मृग हा प्रजापति आणि बाणाच्या तीन तारा हें त्याचें यज्ञोपवीत होय. प्राचीन **पारसिकांच्या** ग्रंथांतही मृग आणि त्याच्या पोटांतील तीन तारा ह्यांस होम (सोम) नामक देव आणि त्याची कस्ती हें रूप आलें आहे. **खाल्डियन, ग्रीक** वगैरे प्राचीन राष्ट्रांच्याही मृगासंबंधी दंतकथा आहेत. ग्रीक लोकांनीं मृग ह्या तारकापुंजास 'ओरायन' हें नांव दिलें होतें. तें अद्यापि पाश्चात्य ज्योतिषांत चालूं आहे. आमच्या देशांत मृगास 'अग्रहायन' असें एक प्राचीन नांव आहे. त्याचाच अपभ्रंश ओरायन हा दिसतो.

रोहिणीची आकृति समद्विभुजत्रिकोणाचे समभुज वाढविल्यासारखी दिसते. त्रिकोणाचा शिरःकोण पश्चिमेकडे आहे. आणि सर्वांत चकचकित तारा दक्षिणेकडील बाजूच्या टोंकांत आहे. ही पहिल्या प्रतीची आहे. हिला रोहिणी नक्षत्रांतली मुख्य तारा किंवा योगतारा म्हणतात. नक्षत्रांच्या तारांपैकीं जी सर्वांत चकचकीत असेल तिला बहुधा **योगतारा** म्हणतात. योग म्हणजे समागम किंवा युति. नक्षत्रतारांचा समागम चंद्रादिकांशीं होतो. त्यांत मुख्यतः चंद्राशीं पुष्कळ वेळां होतो. मार्गशीर्षांत रोहिणी नक्षत्र आवशीस उगवतें. फेब्रुआरींत आवशीस मध्याह्नीं येतें. व तेव्हां खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारें ३।४ अंशैं* दिसतें.

रोहिणीची आकृति शकट म्हणजे गाडा यासारखी आमच्या ज्योतिषग्रंथांत सांगितली आहे. पश्चिमेकडची एक तारा ही शकटाची धुरा, आणि पूर्वेच्या ४ तारा ही चौकट दिसते. शनि, मंगळ आणि चंद्र हे या नक्षत्राजवळ येतात तेव्हां जर ते या शकटांतून गेले तर जगास मोठें अनिष्ट प्राप्त होतें, अशी समजूत आहे. **वराहमिहिर** म्हणतो " काय सांगावें, शनि, भौम आणि चंद्र हे जर रोहिणीशकटाचा भेद करतील तर सर्व जग सागरांत बुडून क्षय पावेल. "†—सांप्रत शनि आणि भौम हे या शकटाजवळ येतात, तेव्हां त्यांतून जात नाहींत. चंद्र मात्र १८ वर्षांत सुमारें ९।६ वर्षें शकटारोहण करितो. गणितानें असें सिद्ध होतें कीं, पांच हजार वर्षांपूर्वीं मात्र

‡ मे १८९२. * ह्याप्रमाणें खस्वस्तिकापासून अमुक अंश अमुक दिशेस असें या प्रकरणांत लिहिलें आहे. तें सुमारें १८ पासून २० पर्यंत अक्षांशांवरील स्थलांस अनुलक्षून आहे. † बृहत्संहिता, अध्याय २४. वराहमिहिर हा शककालाच्या पांचव्या शतकांत झाला.

शनि हा रोहिणीशकटभेद करीत असे. भौम तर त्याच्याही पूर्वी बरींच शतकें करीत असे. त्या अलीकडे आजपर्यंत ते कधीं शकटभेद करीत नाहींत. दशरथानें केलेलें शनीचें एक स्तोत्र प्रसिद्ध आहे. तें स्कंदपुराणापैकीं काशीखंडांतलें असें त्यांत म्हटलें आहे. " दशरथ राज्य करीत असतां, रोहिणीशकटाचा भेद शनि करणार असा योग एकदां आला. १२ वर्षें अवर्षण पडून अनर्थ ओढवणार म्हणून दशरथ नक्षत्रमंडळांत जाऊन शनीशीं युद्ध करूं लागला. त्याच्या पराक्रमानें प्रसन्न होऊन शनीनें त्यास वर दिला कीं, मी तुझ्या राज्यास पीडा देणार नाहीं. " अशी कथा त्या स्तोत्रांत आहे.

रोहिणीसंबंधी आणखी वर्णन पुढें येईल.

रोहिणीच्या जवळच वायव्येस **कृतिका** नक्षत्र आहे. ह्याच्या बारीक बारीक सात तारा आहेत. ह्यांचा एक झुबकाच दिसतो. पुष्कळांस ह्या माहीत असतात. कार्तिकस्नानें करणाऱ्या लोकांचें तर हें घड्याळच आहे. कार्तिकांत ह्या आवशीस उगवतात. आणि ह्या मावळावयास गेल्या म्हणजे पहाट होते. फेब्रुआरींत ह्या आवशीस मध्याह्नीं येतात; व तेव्हां खस्वस्तिकाच्या किंचित् उत्तरेस दिसतात. कृत्तिकांची आकृति वस्तऱ्यासारखी सांगितली आहे. देशी वस्तऱ्यासारखी ती दिसते. सहावी व सातवी ह्या तारांमिळून वस्तऱ्याच्या मुठीचें टोंक होय; आणि बाकीच्या तारांचें पातें होतें.

कृत्तिकांच्या सात तारांचीं नांवें तैत्तिरीय ब्राह्मणांत* आलेलीं आहेत. तींच पारिशिष्टांत मीं दिलीं आहेत. सांप्रत सातांपैकीं सहा तारा चांगल्या दिसतात. सातवी फार बारीक दिसते. पुराणादिकांत कृत्तिकांसंबंधें कथा आलेल्या आहेत, त्यांत बहुधा सहा कृत्तिका आहेत. कालांतरानें कांहीं तारांच्या तेजांत फरक पडतो. त्याप्रमाणें वेदकालांत सातवी तारा चांगली स्पष्ट दिसत होती, ती पुढें फार बारीक झाली, यामुळें पुराणग्रंथांतील कथांत ती नाहींशी झाली; किंवा वेदकालापासूनच ती बारीक आहे, कोणास दिसते, कोणास न दिसते, म्हणून कांहीं कथांत सात आल्या व कांहींत सहा आल्या, न कळे.

कार्तिकस्वामीची कथा प्रसिद्ध आहे. सहा कृत्तिका ह्या त्याच्या माता होत. व त्यावरून त्यास ' षाण्मातुर ' असें म्हणतात. सहांपासून त्यास सहा मुखें प्राप्त झालीं, म्हणून त्यास ' षडानन ' हें नांव पडलें.

मृगांच्या सुमारास आकाशाच्या उत्तरभागीं **ब्रह्महृदय**, अग्नि आणि प्र-

* ३.१.४.

जापति ह्या तीन तारा प्राचीन ग्रंथांत वर्णिल्या आहेत. ह्यांतील पहिली पहिल्या प्रतीची आहे. ती फेब्रुआरीअखेर आवशीस मध्याह्नीं येते व तेव्हां खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस सुमारें २९ अंश असते. तिच्या दक्षिणेस १७ अंश, म्हणजे खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस सुमारें ८।९ अंश अग्नि आहे. तो दुसऱ्या प्रतीचा आहे. ब्रह्महृदयाच्या ईशान्येस प्रजापति आहे. ही तारा बारीकच आहे.

आकृतीवरून कांहीं नक्षत्रांची ओळख सहज होईल. **हस्त** या नांवावरूनच त्याची अकृति नमजते. हाताच्या पांच बोटांस चुना वगैरे लावून तीं भिंतीवर उठविलीं असतां जशीं दिसतात, त्याप्रमाणें हस्त नक्षत्राची आकृति आहे. (नक्षत्रपट १ पहा) मार्च व अप्रिल महिन्यांत हें आवशीस उगवतें. जूनमध्यें आवशीस मध्याह्नीं येतें. तेव्हां तें खस्वतिकाच्या दक्षिणेस सुमारें ३२-४० अंश दिसतें. हस्तयुक्त चंद्राची उपमा पुष्कळ ठिकाणीं येते. ' पांच पांडवांनीं युक्त असा द्रोण, हस्ताच्या पांच तारांनीं युक्त अशा चंद्रासारखा शोभला. ' असें वर्णन महाभारतांत आदिपर्वांत[*] आहे.

मूळाची आकृति सिंह-पुच्छासारखी किंवा विंचवासारखी आहे. (नक्षत्रपट २ पहा) विंचवाच्या आकृतीवरून वृश्चिक हें एका राशीचें नांव पडलें आहे. वृश्चिक म्हणजे विंचू. राशि शब्दाचा एक अर्थ तारकापुंज असा आहे.

मूळ नक्षत्र जूनच्या उत्तरार्धांत आवशीस उदय[§] पावतें. सप्तंबरच्या आरंभीं आवशीस व अप्रिलमध्यें पहाटेस मध्याह्नीं येतें. तें सुमारें ९०।६० अंश दक्षिणेस दिसतें.

कोणत्या नक्षत्राच्या किती तारा ह्याविषयीं ज्योतिषग्रंथकारांचा मतभेद आहे. ज्या नक्षत्रांविषयीं बहुतेक ग्रंथांची एकवाक्यता आहे, त्यांची यादी खालीं दिली आहे.

नक्षत्रनाम	तारासंख्या	नांव	संख्या
भरणी	३	चित्रा	१
रोहिणी	५	स्वाती	१
मृगशीर्ष	३	ज्येष्ठा	३
आर्द्रा	१	अभिजित्	३

* अध्याय १३५. § जें नक्षत्र अमुक महिन्यांत आवशीस उदय पावतें असें लिहिलें आहे, तें पूर्वीच्या महिन्यांत सुमारें ९ वाजतां उदय पावेल. पुढील महिन्यांत सायंकाळीं पांच वाजतां उदय पावेल, म्हणजे आवशीस बरेंच वर आलेलें दिसेल.

नक्षत्रनाम	तारासंख्या	नांव	संख्या
पूर्वाफल्गुनी	२	श्रवण	३
उत्तराफल्गुनी	२	पूर्वाभाद्रपदा	२
हस्त	५	उत्तराभाद्रपदा	२

याप्रमाणें तारा नक्षत्रपटांत दिल्या आहेत.

मूळांच्या तारा कांहीं ग्रंथांत ११ आहेत, कांहींत ९ आहेत. एका ग्रंथांत ६ च आहेत. ९ चांगल्या स्पष्ट दिसतात.

आतां बाकी नक्षत्रें अनुक्रमें पाहूं. पहिल्या नक्षत्रपटांत अश्विनीपासून स्वातीपर्यंत नक्षत्रें आलीं आहेत. दुसऱ्यांत स्वातीपासून अश्विनीपर्यंत आहेत. तिसऱ्यांत धनिष्ठापासून पुनर्वसूपर्यंत नक्षत्रें पुनः आलीं आहेत. याशिवाय उत्तरेच्या व दक्षिणेच्या आणखी कांहीं तारा तिन्ही पटांत आहेत*.

अश्विनीच्या तारा कोणी दोन व कोणी तीन मानितात. तिहींत दोन जवळ जवळ आहेत. त्यांत उत्तरेची तेजस्वी आहे. तिसरी पूर्वेस आहे, ती सर्वांत तेजस्वी आहे. आश्विनांत आवशीस ह्या पूर्वबिंदूच्या किंचित् उत्तरेस उगवतात; नंतर ६॥ तासांनीं मध्याह्नीं येतात; व ६॥ तासांनीं पश्चिमबिंदूच्या थोड्याशा उत्तरेस मावळतात. जानुआरीच्या आरंभीं त्या आवशीस मध्याह्नीं येतात; व तेव्हां खस्वस्तिकाच्या किंचित् उत्तरेस दिसतात. तीन तारा मानिल्या तर त्यांची आकृति घोड्याच्या तोंडासारखी दिसते.

अश्विनीरूप धारण करणाऱ्या **संज्ञा** नामक सूर्यपत्नीचे ठायीं अश्वरूपधारी सूर्यापासून दोघे अश्विनीकुमार झाले, अशी कथा आहे. तिचा संबंध अश्विनी नक्षत्राशीं दिसतो. वेदादिकांतील **अश्विनौ** (दोन अश्विन) म्हणून ज्या प्रसिद्ध देवता त्या मूळच्या ताराारूप होत; बहुधा शुक्र आणि गुरु ह्यांस अश्विन हें नांव प्रथम असावें, अशी माझी समजूत आहे.

भरणीच्या तिन्ही तारा बारीक आहेत; त्यांचा लहानसा त्रिकोण बनतो. अश्विनी आणि कृत्तिका ह्यांस सांधणारी रेषा काढिली तर तिच्या उत्तरेस तो त्रिकोण आहे.

आर्द्रा नक्षत्राची मीं लिहिलेली तारा मार्चमध्यें आवशीस मध्याह्नीं येते, व त्या वेळेस ती खस्वस्तिकाच्या किंचित् दक्षिणेस दिसते.

* यापुढें हें प्रकरण सगळेंच प्रथम न वाचतां जेव्हां नक्षत्रांची ओळख करून घ्यावयाची तेव्हां वाचलें तरी चालेल.

आमच्या ग्रंथांत लिहिलेल्या नक्षत्रांच्या योगतारा व इतर तारा आकाशांतल्या कोणत्या, याबद्दल निर्णय करण्याकरितां ४।५ युरोपियन विद्वानांनीं प्रयत्न केला आहे. व बहुधा तदनुसार योगतारांविषयीं आमच्या ५।६ विद्वानांनीं व इतर तारांविषयीं दोघांनीं प्रयत्न केले आहेत. त्यांत आर्द्रा तारा कोणती याविषयीं शंका आहे. मृगांतली तेरावी म्हणजे मृगाचा पुढचा डावा पाय ही आर्द्रा **कोलब्रूक** इत्यादिकांनीं मानिली आहे. कैलासवासी **केरोपंतनाना** यांनीं योगतारांचा मात्र निर्णय केलेला दिसतो. तो बहुधा **बेंटलीस** अनुसरून आहे. त्यांत आर्द्राची तारा दुसरीच आहे. ती फार बारीक आहे. चंद्र आपल्या मार्गक्रमणांत या दोहोंच्याही जवळ येत नाहीं. पहिलीपासून तर फारच लांब राहतो. मीं जी मानिली आहे ती मानणें सांप्रतच्या स्थितींत आवश्यक आहे, व ती मानण्यास माझ्या मतें वेदाचाही आधार आहे. ती चांगली ठळक आहे; चंद्र तिच्या फार जवळ येतो; व ती मृग आणि पुनर्वसु ह्यांच्या मध्यें आहे.

पुनर्वसूंच्या तारा कोणी दोन व कोणी चार मानितात. दोन मानिल्या तर नकाशांत ज्या १, २ ह्या अंकांनीं दाखविल्या आहेत त्या घ्यावयाच्या. त्यांत अंक दोनची पहिल्या प्रतीची आहे. युरोपियन लोकांचे **क्यास्टर** आणि **पोलक्स** हेच होत. दोहोंपैकीं विशेष चकचकीत तो पोलक्स, आणि दुसरा उत्तरेकडचा तो क्यास्टर. जे चार तारा मानितात, ते अंक ३, ४ ह्या पुनर्वसूंत मानितात. त्यांत अंक ४ ही पहिल्या प्रतीची आहे. वेदांत दोनच पुनर्वसु वर्णिले आहेत. दोन पुनर्वसूंची उपमा काव्यादिकांत पुष्कळ ठिकाणीं येते.

गां गताविव दिवः पुनर्वसु

रघुवंश सर्ग ११ श्लोक ३६.

ही रामलक्ष्मणांस कालिदासानें दिलेली पुनर्वसूंची उपमा पुष्कळांनीं वाचली असेल. " चंद्राच्या पार्श्वभागीं पुनर्वसु शोभतात, तसे धर्मराजाच्या रथाच्या समीप ते दोघे [चक्ररक्षक पांचालवीर] शोभले " हें महाभारतांतलें* वर्णन तर अगदीं वस्तुस्थितिदर्शक आहे. पुनर्वसूंसमीप चंद्र येतो तेव्हां त्याची क्रांति कधीं थोडी असते, कधीं फार असते. फार असते तेव्हां तो दोन पुनर्वसूंच्या अगदीं जवळ येतो.

कोणी पुनर्वसूंच्या चार तारा मानितात, त्यांतल्या उत्तरेकडच्या दोन द-

* कर्णपर्व, अध्याय ४९ श्लोक २८.

8626

क्षिणेकडील दोहोंच्या अगोदर उगवतात; आणि मागाहून मावळतात. असें कां होतें हें सकृद्दर्शनीं गूढ पडतें.

पुष्यांच्या तीन बारीक तारांचा एक लहानसा त्रिकोण होतो. त्याचा शिरःकोण पश्चिमेस आहे. वस्तुतः तेथें बारीक दोन-तीन तारा आहेत. सामान्य दृष्टीस त्यांमिळून एक तारा दिसते. अप्रिल महिन्यांत पुष्य आवशीस मध्याह्नीं येतात. त्या वेळेस ते खस्वस्तिकांतच असतात म्हटलें तरी चालेल. रामायणमहाभारत यांत गुरुपुष्ययोगाचें आणि नुसत्या पुष्याचेंही फार माहात्म्य आहे. पुष्कळ कृत्यांस तो शुभमुहूर्त मानिलेला आहे. कांहीं ग्रंथांत पुष्याची एकच तारा सांगितली आहे.

आश्रेषांच्या तारा कांहीं ग्रंथांत ५ व कांहींत ६ आहेत. आश्रेषापंचक विशेष प्रसिद्ध आहे. ह्या तारा पुष्यांच्या दक्षिणेस आहेत, व बहुधा त्यांबरोबरच मध्याह्नीं येतात. चंद्राचा समागम पुष्य आणि आश्रेषा ह्यांशीं थोड्याच कालाच्या अंतरानें होतो.

मघांच्या तारा कोणी ५ व कोणी ६ मानितात. मघापंचक विशेष प्रसिद्ध आहे. पांचांपैकीं ४ तारा ठळक आहेत. त्यांचा एक समांतरभुजचौकोन बनतो. तो समभुजचौकोन म्हटला तरी चालेल. त्यांतल्या पश्चिमेकडील बाजूच्या दक्षिण टोंकांतली तारा सर्वांत तेजस्वी आहे. ती पहिल्या प्रतीची आहे. तिच्या दक्षिणेस एक बारिक तारा आहे, ती पांचवी तारा होय. पूर्वबाजूच्या दोहोंत दक्षिणची अधिक तेजस्वी आहे. मे महिन्याच्या आरंभीं मघा आवशीस खस्वस्तिकाच्या कांहीं दक्षिणेस दिसतात.

मघांच्या पूर्वेस पूर्वोत्तरफल्गुनींच्या ४ तारांचा एक चांगला काटकोनचौकोन होतो. त्याची पूर्वपश्चिम बाजू उत्तरदक्षिण बाजूच्या दुपटीहून कांहीं कमी आहे. पश्चिमेकडील दोन तारा त्या **पूर्वाफल्गुनी**. त्यांत उत्तरेकडची अधिक तेजस्वी आहे. पूर्व बाजूच्या दोन त्या **उत्तराफल्गुनी**. त्यांतली दक्षिणची ठळक आहे. उत्तरची बारीक आहे. ज्या चांद्रमासांत फल्गुनी नक्षत्रीं चंद्र पूर्ण होतो तो फाल्गुन होय. वेदादिकांत उत्तराफल्गुनींची देवता **भग** आहे. बारा सूर्यांत एकाचें नांव भग आहे. सांप्रतच्या शिमगामाहात्म्याचें मूळ ह्या शब्दांत दिसतें. फाल्गुनांत हीं दोन नक्षत्रें आवशीस उगवतात. मे-जूनमध्यें आवशीस मध्याह्नीं येतात; तेव्हां खस्वस्तिकाच्या जवळच दिसतात.

हस्तांच्या पुढें **चित्रा, स्वाती** ह्या तारा इतक्या ठळक आहेत कीं, त्या

सहज लक्षांत येतात. दोन्ही पहिल्या प्रतीच्या आहेत. हस्तांच्या पूर्व बाजूस कांहींशी ईशान्येस चित्रा तारा आहे. तिच्या पुष्कळ उत्तरेस स्वाती तारा आहे. चित्रा तारेहून स्वाती जास्त तेजस्वी आहे. चित्रास्वाती बहुधा बरोबरच उगवतात. स्वाती तारा चित्रा तारेच्या मागाहून ५० मिनिटांनीं मध्याह्नीं येते, आणि तिच्या मागाहून सुमारें १॥ तासानें मावळते. जूनच्या उत्तरार्धांत चित्रा, व जुलईच्या आरंभीं स्वाती आवशीस मध्याह्नीं येतात. तेव्हां चित्रा सुमारें ३० अंश दक्षिणेस असते; स्वाती खस्वस्तिकाच्या जवळच असते. हस्त आणि चित्रा ह्यांच्या उत्तरेस प्राचीन ग्रंथांत वर्णिलेल्या **आप** आणि **अपांवत्स** ह्या दोन तारा असून त्या अनुक्रमें तिसऱ्या आणि चवथ्या प्रतीच्या आहेत.

पाश्चात्य ज्योतिष्यांनीं आकाशांतील तारकांचे सुमारें १०९ राशि म्हणजे पुंज कल्पिले आहेत. त्यांपैकीं ४८ प्राचीन आहेत. बाकीचे गेल्या तीनशें वर्षांत कल्पिले आहेत. अठ्ठेचाळिसांमध्येंच क्रांतिप्रदेशांतले मेषादि १२ राशि येतात. २७ नक्षत्रांचे पुंज १२ राशींत येतात. त्यांस पाश्चात्यांचीं निराळीं नांवें नाहींत. क्रांतिप्रदेशांतले बारा राशि आणि दुसरे सहा सात राशि ह्यांतल्या बहुतेक तारा आणि बाकीच्या राशींतल्या बहुतेक पहिल्या प्रतीच्या तारा आमच्या प्राचीन ग्रंथांत आहेत. पाश्चात्यांनीं कल्पिलेल्या बाकीच्या राशींस संस्कृत संज्ञा कैलासवासी **बाळशास्त्री जांभेकर** यानीं दिल्या आहेत. त्याच हल्लीं मराठींत घेतात. बारांखेरीज सहा सात राशि आमच्या ग्रंथांत आहेत, त्यांसही जांभेकर यानीं निराळीं नांवें दिलीं आहेत. त्यांपैकीं **स्वस्तिक** नांवाच्या राशींतल्या ४ चांगल्या तेजस्वी तारा मे व जून महिन्यांत आवशीस व जानुआरींत पहाटेस मध्याह्नीं अगदीं दक्षिणेकडे क्षितिजापासून सुमारें ८॥ अंश वर दिसतात. त्यांत अगदीं खालची पहिल्या प्रतीची आहे. यांच्याच डाव्या हातास नरतुरंगांतल्या दोन पहिल्या प्रतीच्या तारा दिसतात. त्या क्षितिजापासून १० अंश मात्र वर दिसतात.

त्रिशंकूची कथा पुष्कळांनीं ऐकिली असेल. यज्ञ करून देहासह स्वर्गास जावें अशी त्याची इच्छा होती. म्हणून त्यानें वसिष्ठाची प्रार्थना केली. वसिष्ठानें त्याच्या यज्ञांत अध्वर्यु होण्याचें नाकारिलें. पुढें त्रिशंकु विश्वामित्राकडे गेला. त्यानें यज्ञ करण्याचें पतकरिलें. यज्ञांत देव आहुति घेण्यास येतना, तेव्हां विश्वामित्रानें त्रिशंकूस सांगितलें कीं, मी आपल्या पुण्यानें तुला स्वर्गास पाठवितों. त्याप्रमाणें त्रिशंकु देहासह स्वर्गास चालला. तें इंद्रास सहन न हो-

ऊन त्यानें म्हटलें कीं वसिष्ठादिकांचा अपमान त्वां केला, म्हणून तूं खालीं पडशील. त्याप्रमाणें त्रिशंकु पडूं लागला. तेव्हां त्याचा आक्रोश ऐकून विश्वामित्र म्हणाला कीं असाच आकाशांत ऐस. विश्वामित्रास क्रोध येऊन तो त्रिशंकूकरितां दुसरा स्वर्ग निर्माण करूं लागला. त्यानें दक्षिण दिशेकडे सप्तर्षि आणि नक्षत्रें उत्पन्न केलीं. आतां हा प्रतिसृष्टि करणार म्हणून देवांस भय पडून ते त्याजपाशीं तसें न करण्याविषयीं प्रार्थना करूं लागले. विश्वामित्रानें सांगितलें कीं, त्रिशंकूला स्वर्ग प्राप्त झाला पाहिजे. तेव्हां विश्वामित्राचें तपःसामर्थ्य जाणून देवांनीं सांगितलें कीं त्रिशंकु असाच खालीं तोंड करून स्वर्गांत राहील. आणि तुझीं नक्षत्रें त्यास अनुसरतील*.

स्वस्तिक ह्या तारापुंजांतल्या ४ तारांपैकीं खालची सर्वांत तेजस्वी दिसते तो त्रिशंकु, आणि वरच्या तीन हे त्याचे तीन शंकु होत; तसेंच नरतुरंगांतल्या २ पहिल्या प्रतीच्या तारा वर सांगितलल्या त्या व दुसऱ्या तीन, आणि नौकापुंजांतल्या दोन मिळून सात तारा त्रिशंकूच्या भोंवतीं उत्तरेस आहेत, ते दक्षिणेकडचे सप्तर्षि होत, असें माझें मत आहे. व तदनुसार स्वस्तिक आणि नरतुरंग ह्या दोन पुंजांस अनुक्रमें **त्रिशंकु** आणि **दक्षिणर्क्ष** अशीं नांवें मीं योजिलीं आहेत. पहिल्या नक्षत्रपटांत आग्नेयीकडे त्रिशंकूंतली एक तारा नुकतीच उगवली आहे; व दुसरी एक अंक ३ ची, उगवण्यास झाली आहे. त्यांच्या वर दक्षिणर्क्षांतल्या चार तारा दिसत आहेत. बाकीच्या तारा त्या नकाशांत सांगितलेल्या वेळानंतर थोडक्याच वेळानें उगवतील.

विशाखांच्या कोणी २ व कोणी ४ तारा मानितात. वेदादिकांत दोहोंची विशेष प्रसिद्धि आहे. मे महिन्यांत त्या उगवतात, तेव्हां पूर्व आणि आग्नेयी यांच्या मध्याच्या सुमारास दिसतात. चोहोंपैकीं दोन अगदीं बारीक आहेत, व दोन चकचकीत आहेत. चकचकीत दोहोंपैकीं एक चित्रातारेच्या समोरच खालीं दिसते; व दुसरी तिच्या डाव्या अंगास किंचित् खालीं आहे. दोन्ही सारख्याच तेजस्वी आहेत. चित्राहून त्यांचें तेज पुष्कळ कमी आहे. चित्रातारेपासून पहिली जितक्या अंतरावर आहे, त्याहून पहिली आणि दुसरी यांचें अंतर पुष्कळ कमी आहे. फेब्रुआरीमध्यें पहाटेस सुमारें पांच वाजतां ह्या दोन्ही मध्याह्नीं येतात; त्यांत पहिलीच्या मागाहून २६ मिनिटांनीं दुसरी येते. पहिली खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारें १५ अंश असते, व दुसरी सुमारें

* वाल्मीकिरामायण, बालकांड, सर्ग ६०.

२९ अंश असते. पूर्वेस पाहिल्या तर मोठ्या दोन आणि बारीक दोन ह्यांचा एक समांतरद्विभुजचौकोन (त्रापिझाइड) होतो. त्यांत वरच्या दोहोंस सांधणारी रेषा जास्त लांब आहे. पूर्णिमेचा चंद्र जवळ असतां बारक्या दोन मुळींच दिसत नाहींत; इतकेंच नाहीं, तर मोठ्या दोनही अगदीं अस्पष्ट दिसतात. परंतु कधीं कधीं चंद्राची कोर मोठ्या दोन तारांच्या मध्यें येते तेव्हां त्या तिहींची शोभा फार मनोहर दिसते. ती पाहून—

यदि विशाखे शशांकलेखामनुवर्तेते

—विशाखांच्या दोन तारा चंद्ररेखेस अनुसरल्या....—

शाकुंतल, अंक ३.

ह्या कालिदासोक्तीचें स्मरण होतें. आणि कालिदासानें प्रत्यक्ष पाहून हें वर्णन केलें आहे, असें दिसून येऊन व त्याची शोधकता आणि मार्मिकपणा मनांत येऊन त्याविषयीं पूज्यबुद्धि जास्तच वाढते. दोन विशाखांची उपमा भारतादिकांतही पुष्कळ आढळते.

विशाखांच्या खालीं पूर्वेस **अनुराधा** पहाव्या. त्यांच्या कोणी तीन व कोणी चार तारा मानितात. चारही बहुधा एका सरळरेषेंत आहेत. त्यांत दक्षिणेकडील शेवटची बारीक आहे. ही सरळ रेषा आणि विशाखांच्या दोन मोठ्या तारांस सांधणारी सरळ रेषा यांमध्यें डावेकडे म्हणजे उत्तरेस जितकें अंतर आहे, त्यापेक्षां दक्षिणेस जास्त आहे.

अनुराधांच्या सरळ रेषेवर मधोमध पूर्वेस लंब काढिला असतां त्या सुमारास **ज्येष्ठांच्या** तीन तारा आहेत. तिहींमध्यें मधली तारा पहिल्या प्रतीची आहे.

ज्येष्ठांच्या पूर्वेस मूळ आहेत. त्यांचें वर्णन मागें आलेंच आहे. सिंहपुच्छांत ज्येष्ठांच्या तारा धरल्या तर तें फारच भव्य दिसतें.

विशाखा, अनुराधा, ज्येष्ठा व मूळ हीं नक्षत्रें मे महिन्यांत दहा वाजतां किंवा फेब्रुआरींत पहाटेस पांच वाजतां पूर्वेस, किंवा दुसऱ्या नक्षत्रपटांत दाखविल्यावेळीं पश्चिमेस पहाणें सोईचें आहे.

तैत्तिरीय ब्राह्मणांत (१.५.२) **नक्षत्रिय प्रजापति** म्हणून एक विशाल आकृति वर्णिली आहे. "हस्त नक्षत्र हा त्याचा हात, चित्रा हें शिर, स्वाती हें हृदय, विशाखांच्या दोन तारा ह्या मांड्या आणि अनुराधा ही उभें राहण्याची जागा." प्रजापतीनें मस्तकाच्या एका बाजूस हात वर केला आहे, अशी कल्पना केली असतां ही आकृति चांगली जमते. मात्र हृदय फारच

बाजूस गेलें आहे. स्वाती तारेची वास्तवगति इतर तारांपेक्षां फार आहे. यामुळें हें वर्णन ज्या कालीं झालें, तेव्हांपासून फार काळ लोटल्यामुळें हा फरक पडला असावा. युरोपियन लोक कांहीं म्हणोत; आह्मांस नक्षत्रांचें ज्ञान निदान आठ हजार वर्षांपासून आहे, असें माझें मत आहे.*

पूर्वाषाढा आणि **उत्तराषाढा** यांच्या कोणी दोन दोन व कोणी चार चार तारा मानितात. नक्षत्रपट दोन यांत पूर्वाषाढांपैकीं दुसरी व तिसरी आणि उत्तराषाढांपैकीं दुसरी व तिसरी ह्या चार तारा मिळून एक समांतरभुजचौकोन होतो. त्याचा आकार काटकोनचौकोनाच्या जवळ जवळ आहे म्हटलें तरी चालेल. त्याची पूर्वपश्चिम लांबी दक्षिणोत्तर रुंदीच्या सुमारें दुप्पट आहे. अप्रिलांत पहाटेस हा चौकोन मध्याह्नीं येतो, त्या वेळेस दक्षिणेस तो सुमारें अर्ध्या आकाशांत दिसतो. चौकोनाच्या चार तारा इतरांपेक्षां अंमळ तेजस्वी आहेत. ह्यांच्या आसपास बाकीच्या दोन दोन बारीक तारा आहेत.

अभिजित् नक्षत्राचा क्रांतिप्रदेशाशीं संबंध नाहीं. तें फारच उत्तरेस आहे. त्यांतली मुख्य तारा पहिल्या प्रतीची आहे. जूनमध्यें ती आवशीस व जानुआरीमध्यें पहाटेस उगवते. अप्रिलांत पहाटेस मध्याह्नीं येते, तेव्हां खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस सुमारें २० अंश असते.

श्रवणाच्या तीन तारांपैकीं मधली पहिल्या प्रतीची आहे.

धनिष्ठांच्या कोणी पांच व कोणी सहा तारा मानितात. धनिष्ठापंचकाची प्रसिद्धि आहे. ह्यां पांच बारीक तारा अगदीं जवळ जवळ आहेत. श्रवणांच्या पूर्वेस किंचित् उत्तर बाजूस त्यांचा झुबका दिसतो.

अभिजित्च्या जवळच ईशान्येस व धनिष्ठांच्या उत्तरेस सुमारें ३० अंशांवर **हंस** नामक एक तारकापुंज आहे. त्यांत एक पहिल्या प्रतीची तारा आहे. नक्षत्रपट ३ यांत ही दिली आहे. ती मे महिन्यांत पहाटेस व आक्टोबरांत आवशीस मध्याह्नीं येते. व तेव्हां ती खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस सुमारें २९ अंश असते. नकाशांत **आकाशगंगा** दाखविली आहे, तीवरून व प्रत्यक्ष पाहून दिसून येईल कीं सदरहू तारकापुंज आकाशगंगेंत आहे. हंस हें नांव आमच्या ज्योतिषग्रंथांत नाहीं, पाश्चात्यांच्या नांवावरून भाषांतर करून घेतलें आहे, हें खरें. तरी आमच्या इतर ग्रंथांत तें आहे असें मला वाटतें.

* माझ्या भारतीय ज्योतिःशास्त्रेतिहास ह्या पुस्तकांत ही गोष्ट निरनिराळ्या प्रमाणांनीं सिद्ध केली आहे.

हंस आकाशगंगेंत स्नान करितात, असें वर्णन आपल्या काव्यपुराणादि ग्रंथांत पुष्कळ येतें. हंसांस शरद्दतु फार प्रिय आहे. आकाशांतील हंसपुंजांतील तारा आकाशगंगेंत आहेत, व त्या शरद्दतूच्या स्वच्छ आकाशांत आवशीस चांगल्या दिसतात. यावरून या दोहोंचा संबंध असावा असें अनुमान होतें. आपल्या पौराणिक कथांतील स्वर्गंगेंत अवगाहन करणारे तारकारूपी हंस आणि पाश्चात्यांच्या प्राचीन तारकापुंजांतील हंस हीं दोन नांवें मिळतात. ही गोष्ट विचार करण्यासारखी आहे.

शततारका नांवावरून या नक्षत्राच्या १०० तारा असतील असें वाटतें. व पुष्कळ ग्रंथांत ही संख्या दिलेलीही आहे. परंतु या नक्षत्राचें मूळचें नांव शतभिषक् आहे. तीनचार प्रसिद्ध ग्रंथांत ह्याची एकच तारा आहे. ती चौथ्या प्रतीची आहे. नवंबरांत आवशीस ही मध्याह्नीं येते. व तेव्हां सुमारें २८ अंश दक्षिणेस दिसते.

सगळ्या आकाशांत पहिल्या प्रतीच्या तारा २० आहेत. त्यांपैकीं अठरा आमच्या प्राचीन ग्रंथांत आल्या आहेत. बाकीच्या दोन मला कोठें आढळल्या नाहींत. आमच्या प्राचीन ग्रंथांतल्या मात्र तारा नक्षत्रपटांत देण्याचा माझा मुख्य उद्देश आहे. त्याप्रमाणें वरील अठरा आल्याच आहेत. परंतु बाकीच्या दोन देखील पहिल्या प्रतीच्या म्हणून दिल्या आहेत. त्यांपैकीं **याममत्स्य** पुंजांत एक आहे. ती नवंबरांत आवशीस मध्याह्नीं येते. व तेव्हां खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारें ५० अंश दिसते. दुसरी **यमुनानदी** नांवाच्या राशींत फार दक्षिणेस आहे. ती दिसेंबरच्या अखेरीस आवशीस मध्याह्नीं येते व त्यावेळीं क्षितिजावर सुमारें बारा तेरा अंश मात्र दिसते. ह्या दोन्ही तिसऱ्या नक्षत्रपटांत आल्या आहेत.

याममत्स्यांतील पहिल्या प्रतीच्या तारेच्या साह्यानें शततारका तारा लवकर ओळखतां येते. याममत्स्य तारेच्या उत्तरेस चवदा अंशावर तिसऱ्या प्रतीची एक तारा आहे. (ती नकाशांत दिली नाहीं) त्या दोहोंस सांधणारी एक रेषा काढून ती उत्तरेस आठ अंश वाढविली असतां शततारका तारेस मिळते.

वरील रेषा आणखी पुष्कळ वाढविली असतां ती **पूर्वाभाद्रपदांच्या** दोन तारांच्या किंचित् पश्चिमेकडून जाते. याममत्स्य तारेच्या जितकी उत्तरेस शततारका आहे, तितकीच सुमारें शततारकेच्या उत्तरेस पूर्वाभाद्रपदांची एक तारा आहे. व तिच्या थेट उत्तरेस तेरा अंशांवर पूर्वाभाद्रपदांची दुसरी तारा

आहे. ह्या दोन्ही तारा सारख्याच तेजस्वी आहेत. नवंबरांत ह्या आवशीस मध्याह्नीं येतात. तेव्हां एक खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस पांच-सहा अंश असते, व दुसरी तितकीच उत्तरेस असते. ह्या दोहोंमध्यें जितकें अंतर आहे, त्याहून किंचित् जास्त अंतरावर प्रत्येकीच्या पूर्वेस एकेक अशा दोन तारा आहेत. दोहोंपैकीं उत्तरची अधिक तेजस्वी आहे, ती दुसऱ्या प्रतीची आहे. ह्या दोन **उत्तराभाद्रपदा** तारा होत. पूर्वाभाद्रपदा दोन तारा आणि उत्तराभाद्रपदा दोन तारा मिळून, एक मोठा काटकोनचौकोन होतो म्हटलें तरी चालेल.

रेवतीच्या तारा पुष्कळ ग्रंथांत ३२ सांगितल्या आहेत; व त्यांची आकृति मृदंगासारखी वर्णिली आहे. परंतु कांहीं ग्रंथांत एकच तारा व एका ग्रंथांत चार तारा सांगितल्या आहेत. ह्या सर्व तारा बारीक, ४ पासून ६ प्रतींच्या आहेत. उत्तराभाद्रपदांच्या दोहोंपैकीं दक्षिणच्या तारेच्या आग्नेयीस सुमारें १०।११ अंशांवर तारांची एक रांग लागते. ती सामान्यतः पूर्वपश्चिम गेली आहे. तींत सुमारें ६।७ तारा बऱ्याच तेजस्वी आहेत. व त्या बहुधा सारख्या अंतरावर आहेत. रांगेंतील शेवटली तारा चवथ्या प्रतीची आहे. व ती अश्विनीच्या दक्षिणेस आहे. ही रांग मृदंगाची उत्तर बाजू होते. दक्षिण बाजूंत फारशा तारा नाहींत. मध्यें व दोन बाजूंत कांहीं बारीक तारा आहेत. चंद्र जवळ असतां ह्या सर्व लोपून जातात. मंगळ, गुरु, शनि, किंवा शुक्र हे रेवती नक्षत्रांत असतील तेव्हां रेवतींची ओळख करून घेणें सोईचें असतें.

सर्व नक्षत्रें सारख्या अंतरावर नाहींत म्हणून चंद्रादिकांच्या गतीचें गणित करण्याकरितां क्रांतिवृत्ताचे २७ विभाग करून त्यांतल्या प्रत्येकास **नक्षत्र** म्हणतात. हा नक्षत्र शब्दाचा दुसरा अर्थ होय. सायनपंचांगांतलीं चंद्रनक्षत्रें विभागात्मक आहेत. त्यांचा आरंभ वसंतसंपातापासून होतो. उत्तराभाद्रपदांच्या दोन तारांपैकीं उत्तरेकडच्या तारेपासून विषुववृत्तावर लंब काढिला तर तो विषुववृत्तास जेथें छेदितो त्याच्या सुमारें पाऊण अंश पश्चिमेस संपात आहे. ह्या लंबाच्या सुमारें सवा अंश पूर्वेस उत्तराभाद्रपदांची दुसरी तारा राहते.

देवांच्या रत्नजडित मंदिरांचें आणखी वर्णन पुढें येईल.

आकाशस्थ ज्योतींविषयीं लोक आजपर्यंत काय म्हणत आले ?

लोक काय म्हणणार ? जें दिसतें तें म्हणणार, दुसरें काय? परंतु वस्तुमात्राची स्थिति जशी दिसते तशीच वास्तविक असते असा नियम नाहीं. कधीं कधीं चर्मचक्षूंस एक दिसतें, ज्ञानचक्षूंस दुसरें वाटतें. चर्मचक्षूंस जें दिसतें तेंच खरें असा प्रथम ग्रह होतो. परंतु कालांतरानें ज्ञानचक्षूंस वास्तवज्ञान होतें. पहाटेस उठून पहावें तों अंधकार जाऊन थोडा थोडा उजेड पडूं लागतो. पृथ्वी सपाट असून आकाशास लागलेली दिसते; तिच्या पूर्वबाजूस सूर्य उगवतो, आणि पश्चिमेस मावळतो. रात्रीं आकाशांत असंख्य तारा दिसतात. त्यांत चंद्र केव्हां तरी पूर्वेस उगवतो आणि पश्चिमेस मावळतो. तारांकडे कांहीं वेळ पहात बसलें तर त्या पूर्वेस उगवून पश्चिमेस मावळतात असें दिसतें. चंद्र एकादे दिवशीं सूर्यास्ताबरोबर पूर्वेस उगवला तर सकाळीं सूर्योदयाबरोबर मावळत नाहीं; कांहीं वेळानें मावळतो. अर्थात् नक्षत्रांत तो मागें पडतो असें दिसतें. अशाच दुसऱ्या कांहीं तारा मागें पडतात. इतकें हें ज्योतिःशास्त्राचें आरंभींचें ज्ञान. हें होण्यासही मनुष्योत्पत्तीनंतर बराच काळ लोटला असला पाहिजे. वस्तुमात्राचें बराच काळ अवलोकन झालें, तिजविषयीं अनेक प्रकारचे अनुभव आले, म्हणजे त्याच्या स्थितीविषयीं कांहीं नियम दिसून येतात. आणि कालांतरानें अशा नियमांचें शास्त्र बनतें. परंतु त्यापूर्वीं कल्पनातरंगांचें प्राबल्य असतें. वस्तूचें अवलोकन झालें कीं पुरें, लागल्याच कल्पना चालूं लागतात. कल्पनेला पाय टेकण्यास थोडीशी जागा सांपडली कीं तिचें आकाशांत उड्डाण सुरू होतें. कधीं कधीं तर पाय ठेवण्यासही आधार नसला तरी तिच्या भराऱ्या चालू होतात. जगाच्या आरंभीं कल्पनेचें साम्राज्य असलें पाहिजे हें उघड आहे. सकाळीं पूर्वेस उगवलेला सूर्य संध्याकाळीं पश्चिमेस मावळतो. तो जातो कोठें ? दुसरे दिवशीं तोच सूर्य उगवतोसें कशावरून ? असें मनांत येणें साहजिकच आहे. एकाहून जास्त सूर्य होण्याचें मूळ हेंच. कोणी बारा सूर्य कल्पिले. कोणी सूर्यचंद्र दोन दोन आहेत असें मानिलें. याप्रमाणेंच सूर्याला सहस्र नेत्र प्राप्त झाले. तो रथांत बसतो, त्याला सात घोडे आहेत, अशा कल्पना निघाल्या. चंद्रावरचा डाग पाहून त्यावर कल्पना चालल्या.

कोणी म्हणतो त्यानें हातांत ससा घेतला आहे; कोणी म्हणतो हरिण धरिला आहे; कोणी तर एक मनुष्य चंद्रावर* नेऊन बसविला आहे. आणि आमच्या एका नामांकित रसिक कवीनें तर बिचाऱ्या चंद्रास नलाच्या घोड्याकडून लात मारविली आहे. चंद्र सुमारें सत्तावीस दिवसांत सर्व नक्षत्रांतून एकदां क्रमण करितो. एकेक नक्षत्राच्या तारांशीं त्याचा सुमारें एकेक रात्र समागम असतो. यावरून चंद्राच्या सत्तावीस स्त्रिया झाल्या. रोहिणी तारेशीं त्याचा समागम होतो, तेव्हां तो कधीं कधीं तिच्या फारच जवळ असतो. आणि कधीं तर ती निराळी दिसत नाहीं, इतका दोघांचा एकजीव झालेला दिसतो. यावरून चंद्राची रोहिणीवर अत्यंत प्रीति सिद्ध झाली. आणि पुढें तर तो इतर भार्यांपेक्षां रोहिणीवर जास्त प्रीति करितो, या असम वर्तनानें त्यास क्षयरोगही लागला. सांप्रत पृथ्वीवरील अत्यंत सुधारलेलें असें राष्ट्र घ्या किंवा अति निकृष्टावस्थेंत असलेलें एकादें राष्ट्र घ्या, सर्व लोकांमध्यें सूर्यचंद्रतारांविषयीं अशा प्रकारच्या कांहीं ना कांहीं तरी कल्पना आणि दंतकथा आहेतच.

दीर्घकालपर्यंत कल्पनेचें साम्राज्य झाल्यावर शास्त्राचा प्रादुर्भाव झाला. त्याचें हळूहळू प्राबल्य होऊं लागलें. पुढें दोहोंचा अधिकार समान झाला. आणि कांहीं कालानें तर शास्त्रानें सत्ता बळकाविली. सांप्रतच्या कालास शास्त्रयुग म्हटलें तरी चालेल. तथापि या युगांतही कल्पनेचा अधिकार समूल नाहींसा झाला आहे असें नाहीं. कल्पनेची सत्ता सर्वकाल चालणारच. मानवी मनास अत्यल्पायासानें आनंदसमुद्रांत नेऊन सोडणारी कल्पना कशी नाहींशी होईल? ती पाहिजेच.

पृथ्वीवरील निरनिराळ्या राष्ट्रांतील लोक हे मनुष्यजातीच्या व्यक्ति होत. मनुष्याचें ज्योतिषज्ञान कसकसें वाढत गेलें याचा विचार करावयाचा तर ह्या व्यक्तींच्या ज्ञानाचा केला म्हणजे झालें. ज्योतिःशास्त्रासंबंधें पृथ्वीवरील प्राचीन लोक म्हटले म्हणजे आशियाखंडांतील भारतीय आर्य, पारसीक, खाल्डिया प्रांतांतील लोक, आणि चिनी लोक; तसेंच पश्चिमेकडील इजिप्तचे लोक, आणि ग्रीक लोक, हे होत. ज्योतिषज्ञानास शास्त्राचें स्वरूप येईपर्यंत आकाशांतील ज्योतींविषयीं मनुष्याच्या कल्पना कसकशा होत्या हें सांगूं लागलों तर त्या कल्पनातरंगांनीं आणि दंतकथांनीं एक मोठा ग्रंथ भरेल. पृथ्वीवरील सर्व राष्ट्रांच्या पुष्कळ प्राचीन कथांची उत्पत्ति आकाशांतील चमत्कारांपासून आहे. मागील प्रकरणांत ही गोष्ट कांहींशी दिसून आलीच आहे.

* ही कल्पना युरोपियन राष्ट्रांची आहे.

पृथ्वीवरील सर्व ग्रंथांत वेदाइतका प्राचीन दुसरा ग्रंथ नाहीं. मनुष्याच्या सर्व प्रकारच्या आद्यस्थितीचें चित्र त्यांत दिसून येतें. आमच्या इतर ग्रंथांतही ज्योतिषविषयक अनेक उल्लेख आहेत. तेव्हां आमच्या लोकांचें ज्योतिषविषयक ज्ञान आद्यस्थितीपासून कसकसें वाढत गेलें हें सदरहू ग्रंथावरून बरेंच दिसून येईल.व त्यावरून सामान्यतः मनुष्यजातीच्या अद्यकल्पनांचेंही कांहीं स्वरूप समजेल.तसेंच आमच्या लोकांच्या ज्योतिषज्ञानास शास्त्राचें स्वरूप आल्यावरचा त्याचा सविस्तर इतिहास त्या पुस्तकांत आहे, म्हणून तोही येथें देत नाहीं.

आशियांतल्या तुर्कस्थानांतील **खाल्डियन** आणि **बाबिलोनियन*** ह्या लोकांचें लक्ष प्राचीन काळीं ग्रहणें इत्यादि चमत्कार पहाण्याकडे फार होतें. हे लोक पुष्कळ शतकें ग्रहणांचे वेध घेत आले. त्यांत इसवी सनापूर्वी ७१९ आणि ७२० या वर्षी झालेल्या ३ ग्रहणांचे काल त्यांनीं दिले आहेत. त्यापूर्वी व नंतर बराच काल ते वेध घेत असत असें दिसतें. या लोकांचे ज्योतिःशास्त्रसंबंधें लेख, किंबहुना त्यांच्या ज्योतिषांचीं नांवेंही आतां उपलब्ध नाहींत. यामुळें ग्रहगतीच्या नियमांचें ज्ञान त्यांस कितपत होतें, हें समजण्याचें साधन कांहीं नाहीं. त्यांच्या ज्ञानाचा इतिहास कायतो ग्रीक लोकांच्या ज्योतिषग्रंथावरून कळतो. २२३ चांद्रमासांत म्हणजे सुमारें १८ वर्षांत चंद्रसूर्यांचीं ग्रहणें एकदां ज्या कालांतरानें झालीं, त्याच अंतरानें त्यांची पुनरावृत्ति होते, असा शोध त्यांनीं लाविला होता. त्यांमध्यें चांद्रमानाचें प्राधान्य होतें असें दिसतें. " त्यांनीं शंकुयंत्रानें सौरवर्षाचेंही मान बरेंच जवळ जवळ काढिलें होतें. तथापि जीवरून ग्रहगतीचे नियम बसवितां येतील अशी सामग्री त्यांनीं वेधांनीं तयार करून ठेविली असें दिसत नाहीं. त्यांनीं ग्रहणें इत्यादि चमत्कार अमुक काळीं झाले एवढें मात्र लिहून ठेविलें, आणि त्यावरून अगदीं थोडे स्थूल सामान्य नियम त्यांनीं काढिले. त्यांच्या ग्रहणांवरून पुढें कांहीं ग्रीक गणितज्ञांनीं चंद्रगतीचें मापन बरेंच सूक्ष्म केलें. " असें कांहीं लोकांचें मत आहे. " ग्रीक लोकांचें ज्योतिषसिद्धांताचें ज्ञान आणि वेधपद्धति ह्यांचें मूळ खाल्डियाच्या मैदानांत असूं शकेल " असेंही कांहीं लोकांचें म्हणणें आहे. तथापि खाल्डियन लोक ज्योतिःशास्त्राचे मूळ उत्पादक असें सर्व

* तैग्रिस आणि युफ्राटीस ह्या नद्यांच्या मुखाजवळील प्रदेशास बाबिलोनिया असें नांव होतें. युफ्राटीस नदीच्या कांठीं बाबिलोन शहर होतें. तेथें एका देवळाचा मनोरा १८०० फूट उंच होता. त्यावर वेधशाला होती. येथील राजाचे उपाध्ये खाल्डियन लोक होते.

युरोपियन ज्योतिषी मानितात. इसवी सनापूर्वी सहाव्या शतकांत बाबिलोनियन लोकांच्या राज्याचा लय झाला, तेव्हां त्यांच्या ज्योतिषज्ञानाची गति कुंठित झाली असें दिसतें.

इजिप्त देशांत पिरामिड म्हणून इमारती बांधलेल्या आहेत. त्यांत एक मोठा पिरामिड ३० व्या अक्षवृत्तावर बांधिलेला आहे. एकाद्या किल्ल्याच्या भिंतीस तोफा मारण्याकरितां भोंकें ठेविलेलीं असतात, त्याप्रमाणें त्या इमारतीच्या उत्तरेच्या भिंतींत एक तिरपें छिद्र आहे तें इमारतीच्या पायाखालीं मध्यबिंदूपर्यंत गेलेलें आहे. क्षितिजाशीं त्याचा २६ अंश १७ कला इतका कोन झाला आहे. हें छिद्र ध्रुवतारेचा वेध घेण्याकरितां ठेविलें असावें, असें अनुमान आहे. अयनचलनामुळें ध्रुवतारा सर्वकाळ एकच नसते, कलांतरानें बदलते. त्याप्रमाणें या छिद्रांतून ध्रुवतारेचा वेध घेतां येण्याजोगी स्थिति त्या स्थलीं केव्हां होती याविषयीं गणित केलें असतां असें निघतें कीं, इसवी सनापूर्वी २१६० च्या सुमारास कालिय (ड्राको) या तारकापुंजांतील पाहिली तारा ध्रुवबिंदूजवळ क्षितिजापासून इतक्या उंचीवर होती. व त्यावरून त्या कालीं ही इमारत बांधिली असावी, आणि त्यावरून व इतर कांहीं प्रमाणांवरून इजिप्तचे लोक ज्योतिःशास्त्रांत चांगले प्रवीण असावे, असें अनुमान करितात. व त्यासंबंधें दंतकथाही पुष्कळ आहेत. तथापि इजिप्तच्या लोकांचेही ज्योतिःशास्त्रविषयक लेख मुळींच नाहींत. क्रांतिवृत्तांतील मेष इत्यादी बारा राशींचीं नांवें इजिप्तच्या लोकांनीं दिलीं असें कोणी म्हणतात. खाल्डियन लोकांनीं तीं दिलीं असें कोणी म्हणतात. तथापि इ० सनापूर्वी १०००च्या सुमारास क्रांतिवृत्तस्थ व इतर कांहीं तारकापुंजांच्या आकृतींवरून त्यांस नांवें पडलेलीं होतीं व तीं त्या दोन्ही राष्ट्रांस माहीत होतीं, असें दिसतें. इ० सनापूर्वी २१६० यांच्यापूर्वीच खाल्डियन लोकांनीं मेषादि बारा राशि ठरविले होते, त्यांपासून इजिप्तच्या लोकांनीं ते घेतले असें कोणाचें म्हणणें आहे. इ० सनापूर्वी ३२८९ वर्षें ह्या कालींच इजिप्तच्या लोकांस मेषादि व इतर कांहीं राशि माहित होते. व तेव्हां ते व्याधाचे उदयास्त पाहत असत असेंही कांहीं लोकांचें मत आहे. त्या देशांतील प्राचीन देवळांच्या भिंतींवरील चित्रलेख गेल्या १०० वर्षांत सांपडले आहेत, त्यांवरून हीं अनुमानें करितात. बाबिलोनियांतील देवळांतही असे चित्रलेख सांपडले आहेत. प्राचीन इजिप्तचे लोकांनीं सौरवर्षाचें मान बरेंच सूक्ष्म ठरविलें होतें. बुध आणि शुक्र

हे सूर्याभोंवतीं फिरतात, हें त्यांस समजलें होतें, असेंही कोणाचें म्हणणें आहे; परंतु त्याविषयीं खात्री नाहीं. ग्रीक लोकांत पुढें ज्योतिःशास्त्राचें ज्ञान वाढलें तेव्हां त्यांस उपयोगी असें इजिप्तच्या लोकांच्या प्राचीन ज्ञानांत कांहीं सांपडलें नाहीं. पुढें इजिप्त देशांत अलेक्झँड्रिया हें विद्यापीठ होऊन टालमी उपनांवाच्या राजांच्या अंमलांत तेथें वेधशाला झाल्या आणि अनेक प्रकारचे वेध होऊन ज्योतिःशास्त्रज्ञान वृद्धिंगत होऊं लागलें. परंतु त्याचा संबंध प्राचीन इजिप्तच्या लोकांशीं नाहीं, ग्रीकांशीं आहे.

चिनी लोकांचे इतिहासादि लेख फार प्राचीनकाळचे आहेत. त्यांतच ज्योतिषसंबंधें लेख आहेत. परंतु ते कितपत विश्वसनीय आहेत हें सांगतां येत नाहीं. इ० स० पू० २५१४ आणि २४३६ या वर्षीं सूर्यग्रहणें झालीं होतीं असें त्यांनीं लिहिलें आहे. हें विश्वसनीय असेल तर फारच महत्त्वाचें होय. परंतु गणित करून पाहतां त्या ग्रहणांचा कांहीं पत्ता लागत नाहीं. त्यांचीं वेधयंत्रें व वेधपद्धति चांगली होती. त्यांच्या पद्धतीचें सांप्रतच्या युरोपियन पद्धतीशीं साम्य आहे. त्यांजपाशीं याम्योत्तरलंघनयंत्र होतें; आणि कालसाधनार्थ जलयंत्र होतें. त्यांनीं तारांच्या याम्योत्तरलंघनवेधावरून त्यांचे विषुवांश आणि क्रांति ठरविली होती. वेधाकरितां त्यांनीं विषुववृत्ताच्या आसपासच्या २४ तारा ठरविल्या होत्या. म्हणजे त्यांच्यांत नक्षत्रें २४ होतीं व त्यांची तारा एकेकच होती. त्यांची नक्षत्रपद्धति आमच्याप्रमाणें नव्हती. त्यांच्या २४ तारांमध्यें कृत्तिकांतील एक तारा पहिली होती. यावरून इ० स० पूर्वी २३२० च्या सुमारास ही पद्धति चिनी लोकांत होती, असें गणितानें निघतें. पुढें इ० स० पू० ११०० च्या सुमारास मघा, विशाखा, श्रवण आणि भरणी यांतील एकेक तारा जोडून त्यांनीं एकंदर २८ नक्षत्रें केलीं. १९ चांद्रवर्षांत सात अधिकमास घालण्याची पद्धति इ० स० पू० २६०८ या वर्षीं म्हणजे ग्रीकांपूर्वीं २००० वर्षें त्यांनीं शोधून काढिली. चंद्रसूर्यांच्या गतींचें ४६१७ वर्षांचें एक युग त्यांनीं ठरविलें होतें. इ० स० पू० ११०० या कालापासूनचे त्यांचे लेख भरंवशाचे दिसतात. त्या वर्षीं सूर्याच्या अयनकालच्या उन्नतांशावरून त्यांनीं सूर्याचें परम क्रांतिमान २३ अंश ५४ क० ३ वि० ठरविलें; व तेव्हां अयनें अमुक नक्षत्रीं झालीं असें लिहिलें आहे; हें बरोबर मिळतें. त्यांनीं इ० स० पू० ७२२ पासून इ० स० पू० ४०० पर्यंत ३६ ग्रहणें लिहिलीं आहेत. त्यांतील बहुतेक बरोबर मिळतात. इ० स० १६४ पासून पुढें

त्यांनीं कांहीं केलेलें दिसत नाहीं. त्यांच्या इतर विद्याकलांप्रमाणें ज्योतिःशास्त्राचीही पुढें वाढ झाली नाहीं. ग्रहगतीचा विचार त्यांनीं मुळींच केला नाहीं.

प्राचीन **पारसिकांस** नक्षत्रज्ञान आणि चांद्रसौरमानाचें ज्ञान होतें असें दिसतें. याहून त्यांची जास्त गति ज्योतिःशास्त्रांत झाली होती, असें दिसत नाहीं.

सारांश चांद्रमास आणि सौरवर्ष यांचें स्थूल किंवा बरेंच सूक्ष्ममान, व ह्या दोहोंचा धर्मकृत्यांत आणि व्यवहारांत उपयोग, चंद्रसूर्यांच्या मार्गांतील नक्षत्रें किंवा राशि आणि कांहीं इतर राशि, इतक्या गोष्टींचें ज्ञान वर सांगितलेल्या प्राचीन राष्ट्रांस होतें. तसेंच कांहींनीं चंद्रसूर्यांचीं ग्रहणें कधीं झालीं, हें लिहून ठेविलें आहे; कांहींना तीं कधीं होतात, ह्यासंबंधें व सूर्याच्या स्थितीसंबंधें बरेंच महत्त्वाचें ज्ञान प्राप्त झालें होतें; व कोणी कांहीं तारांचे उदयास्त पाहत असत; असें दिसून येतें. ज्योतिषज्ञानाची अगदीं पहिली पायरी प्रथम सांगितली, तिच्या वरची ही दुसरी पायरी म्हटली असतां चालेल. हिचेंही महत्त्व त्या कालाच्या मानानें पुष्कळ आहे. ह्या पायरीवर येण्यास केवळ एकाद्या मनुष्याचा किंवा एका पिढीचा अनुभव पुरावयाचा नाहीं. तथापि बुधादि पांच ग्रह, त्यांच्या गतीचे नियम, त्यांची उपपत्ति, आणि ग्रहांची कोणत्याही वेळची स्थिति, म्हणजे ग्रह कोठें असेल हें अगोदर काढणें, ह्यांचें ज्ञान खाल्डियन, इजिप्शन, चिनी आणि पारसीक या राष्ट्रांस होतें असें म्हणण्यास सांप्रत कांहीं आधार नाहीं.

हें ज्ञान ज्यांस होतें अशीं पृथ्वीवर प्राचीन राष्ट्रें काय तीं दोन होत. एक **भारतीय** आर्य आणि दुसरे **ग्रीक** लोक. ग्रीक लोकांत **हिपार्कस** नामक ज्योतिषी इ० स० पू० १६० च्या सुमारास झाला. ग्रीकपद्धतीच्या उत्पादकत्वाचा मान सर्व ज्योतिषी हिपार्कसास देतात. सूर्यचंद्रांच्या गतिस्थिति काढण्याचा ग्रंथ त्यानें केला होता. आणि बुधादि ग्रहांच्याही गतीविषयीं नियम त्यास समजले होते. तो कुशल वेधकारही होता. त्यानें अयनगति ठरविली होती. आणि तारांचे वेध करून १०८० तारांचें स्थितिपत्रक (क्याटलाग) तयार केलें होतें. सांप्रत त्याचा ग्रंथ उपलब्ध नाहीं. टालमीच्या ग्रंथावरून ह्या सर्व गोष्टी समजतात. टालमीच्या ग्रंथांत १०२८ तारांचें शरभोग इ० स० १३८ या कालचे आहेत. **टालमी** हा प्रख्यात ज्योतिषी इ० स० १५० च्या सुमारास होऊन गेला. त्याचा सिंटाक्स नामक ग्रंथ हल्लीं उपलब्ध आहे. त्या ग्रंथाचें लोकप्रसिद्ध नांव आलमाजेष्ट हें आहे. १४०० वर्षेपर्यंत पाश्चात्य

लोकांत आणि आरब लोकांत ईश्वरप्रणीत ग्रंथासारखें त्याचें पूज्यत्व होतें.

पाश्चात्य राष्ट्रांत विश्वरचनापद्धतिविवेचनाची तीन परिवर्तनें झाली. पहिली पद्धति टालमीची, दुसरी कोपर्निकसाची, आणि तिसरी न्यूटनाची. टालमी आणि हिपार्कस यांच्या पूर्वी **पिथ्यागोरास** म्हणून एक ग्रीक ज्योतिषी होऊन गेला. त्याचें मत पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते, आणि सूर्य हा विश्वाचा मध्य आहे, असें होतें, असें म्हणतात. परंतु तें तो प्रसिद्धपणें लोकांस सांगत नसे. प्राचीन ग्रीक लोकांचा कल शास्त्रसिद्ध नियमांपेक्षां कल्पनातरंगांकडे विशेष होता. त्याप्रमाणेंच पिथ्यागोरास याचा होता. तसेंच त्याचें मत म्हणून लिहिलेलें आढळतें तें इतकें गूढ, अलंकारिक, आणि संशयित आहे कीं, त्यांतलें संशयरहित असें तत्त्व काढणें कठिण आहे. यामुळें त्याचें मत शास्त्रीयरीत्या बनलें होतें कीं नाहीं याचा संशय आहे. इ० स० पू० तिसऱ्या शतकाच्या सुमारास झालेल्या एक दोन ग्रीक ज्योतिष्यांचें मत पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवतीं फिरते असें होतें, असें लिहिलेलें आढळतें. आमच्या देशांतील प्रसिद्ध ज्योतिषी **पहिला आर्यभट** (इ० स० ४९९) याचें मत पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवतीं फिरते, असें होतें.

टालमी इत्यादिकांच्या तीन पद्धतींचें स्वरूप पाहूं.

टालमीची पद्धति येणेंप्रमाणें:-पृथ्वी गोल आहे. ती आकाशांत निराधार असून सर्व विश्वाच्या मध्यबिंदुस्थलीं आहे. तिला गति मुळींच नाहीं. आकाशस्थ सर्व ज्योति पूर्णवर्तुळमार्गानें पृथ्वीभोंवतीं फिरतात. त्यांत सूर्यचंद्रादि सात ग्रह पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात.

या प्रकरणाच्या आरंभीं सकृद्दर्शनीं होणारें मनुष्याचें ज्योतिषविषयक आद्यज्ञान सांगितलें, त्याच्या पुढची पायरी वरील कलमांत आहे. इजिप्तच्या वगैरे लोकांच्या ज्ञानाची दुसरी पायरी मागें सांगितली तिचें हें एक पूर्वांग म्हटलें तरी चालेल. बरेच दिवस अवलोकन आणि विचार करून पहिल्या पायरीवरून ह्या पायरीवर जाणें साहजिक आहे. आणि या गोष्टी एकाच मनुष्याच्या जन्मांत त्यास कळून येण्यासारख्या आहेत. टालमीच्या पूर्वींही ह्यांतल्या बहुतेक कळलेल्या होत्या. पुढें टालमीच्या पद्धतींतल्या आणखी गोष्टी लिहिल्या आहेत, त्या मात्र एका पिढीच्या अवलोकनानें समजणाऱ्या नाहींत. त्यांस बराच काळ लोटला पाहिजे. त्यांची पायरी तिसरी आहे.

टालमीचें मत आणखी असें होतें कीं ग्रह पृथ्वीभोंवतीं फिरतात. त्यांत

चंद्र अगदीं जवळ आहे. त्याच्या पलीकडे बुध आणि शुक्र आहेत. त्यांच्या पलीकडे सूर्य फिरतो. आणि त्यांच्या बाहेरून मंगळ, गुरु आणि शनि हे फिरतात. ह्यांचे मार्ग बरोबर वर्तुळ दिसत नाहींत, व त्यामुळें त्यांची गति सर्वदां सारखी नसते. बुधादि पांच ग्रहांची गति सर्वदां सारखी नसून तींत आणखी एक विशेष दिसतो. सामान्यतः पाहिलें असतां ते तारापुंजांतून पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जात आहेत असे दिसतात. (म्हणजे अश्विनींतून भरणींत, भरणींतून कृत्तिकांत, याप्रमाणें चालतात.) परंतु कधीं कधीं ते उलटे चालतातसे दिसतात. (म्हणजे कृत्तिकांतून भरणींत असे मार्गे येतात.) ह्या त्यांच्या गतीस **वक्रगति** म्हणतात. थोडे दिवस वक्रगतीनें चालल्यावर पुन्हा सरळ चालूं लागतात. तेव्हां ते **मार्गी** झाले असें म्हणतात. सूर्यचंद्रादिक सर्व ग्रहांच्या असमान गतींची आणि पांच ग्रहांच्या वक्रगतीची उपपत्ति करण्याकरितां प्रतिवृत्तें आणि नीचोच्चवृत्तें टालमीच्या ग्रंथांत कल्पिलीं आहेत. परंतु हें प्रकरण बरेंच लांबत आलें; यापुढें त्यांचें उपपादन वाचकांस कंटाळवाणें होईल. आणखी असें कीं, टालमीची पद्धति आणि भारतीयांची पद्धति एकच आहे, म्हटलें असतां चालेल. भारतीय पद्धतीचें सविस्तर उपपादन माझ्या दुसऱ्या ग्रंथांत आलेंच आहे, म्हणून येथें तें करीत नाहीं.

युरोपांत हिपार्कसच्या पूर्वीं कोणीं ग्रहगतींचे वेध सूक्ष्मपणें घेऊन लिहून ठेविले नव्हते. एका मनुष्याच्या वेधांवरून ग्रहांस सर्व नक्षत्रांतून प्रदक्षिणा करण्यास लागणारे काल वगैरे ठरवितां यावयाचे नाहींत. हिपार्कसचे वेध आणि आपले स्वतःचे वेध यांवरून टालमीनें ग्रहांचे प्रदक्षिणाकाल, आणि त्याच्या गतींतील अनियतता काढिल्या. अर्थात् त्यांच्या साह्यानें ग्रहांची कोणत्याही वेळची स्थिति काढितां येते. चंद्राची गति काढण्यास बाबिलोनियन लोकांच्या ग्रहणांच्या वेधांचा फार उपयोग झाला. हिपार्कस आणि टालमी यांनीं अयनगतीचा शोध लावून ती ठरविली होती. चंद्रसूर्यांच्या ग्रहणांचे काल काढण्याच्या रीति, ग्रहणांचीं वास्तविक कारणें, इत्यादि दुसऱ्या पुष्कळ गोष्टी टालमीच्या ग्रंथांत आहेत. त्यांतलें पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर अर्वाचीन शोधांशीं बहुतेक जमतें. इतर ग्रहांचीं प्रत्यक्ष अंतरें त्या काळीं समजलीं नव्हतीं. परंतु सापेक्ष अंतरें बरींच सूक्ष्म टालमीच्या ग्रंथांत आहेत. भारतीयांस व हिपार्कस यास माहित नाहीं असा चंद्रगतीचा एक अनियमितपणा टालमीनें सांगितला आहे.

कोपर्निकस आणि न्यूटन यांची पद्धति स्थापित झाल्यावर आणि दुर्बिणी इत्यादि यंत्रांचा उपयोग वेधाच्या कामीं होऊं लागल्यावर ज्योतिःशास्त्राचें जें अतर्क्य ज्ञान मनुष्यास प्राप्त झालें आहे, त्यांतल्या गोष्टी, उदाहरणार्थ ग्रहांचीं सूर्यापासून अंतरें, त्यांचे आकार, इत्यादि ह्या त्याच्या ग्रंथांत अर्थातच नाहींत. आणि ग्रहतारांची शारीरस्थिति, तारांचें दूरत्व यांचें ज्ञान होऊन विश्वरचनेचें जें थोडेंबहुत स्वरूप आज कळलें आहे, तें त्यांच्या ग्रंथांत असण्याचा तर संभवच नाहीं.

टालमीच्या मार्गें ग्रीक लोकांत ज्योतिःशास्त्र मंदावत चाललें होतें. इतक्यांत मुसलमान लोकांनीं इ० स० च्या सातव्या शतकाच्या अर्धाच्या सुमारास आलेक्झँड्रियाची प्रख्यात लायब्ररी जाळली. तेव्हां ग्रीक लोकांत ज्योतिःशास्त्राची वाढ अगदींच खुंटली. तथापि मुसलमानांनीं तें हातीं घेतलें. आलेक्झँड्रियाच्या जागीं **बगदाद** शहर विद्यापीठ झालें. मुसलमानांनीं इ० स० च्या आठव्या शतकांत हिंदु लोकांच्या ज्योतिषग्रंथांचीं व त्यांबरोबर अंकगणित व बीजगणित यांच्या ग्रंथांचीं आरबींत भाषांतरें केलीं. बगदादच्या खलीपाच्या दरबारीं इसवी सन ७७३ मध्यें एक हिंदु ज्योतिषी होता. इ० स० ८२७ मध्यें टालमीच्या अलमाजेष्ट ग्रंथाचेंही भाषांतर आरबीमध्यें झालें. मुसलमान लोक वेधाच्या कामीं कुशल होते. त्यांनीं वेधाच्या यंत्रांत पुष्कळ सुधारणा केली. त्यांचीं वेधयंत्रें चांगलीं होतीं. सूक्ष्मवेधांनीं त्यांनीं ग्रहस्थिति काढण्याचें गणित सुधारलें. म्हणजे आमच्या हल्लींच्या भाषेप्रमाणें ज्योतिषास चालन दिलें. तैमुरलंग ह्याचा हिंदुस्थानाशीं कोणत्या प्रकाराचा संबंध आहे हें प्रसिद्धच आहे. त्याचें नांव ऐकतांच त्याचीं क्रूर कर्में डोळ्यांपुढें येऊन अंगास शहारे येतात. परंतु काय योग पहा ! त्याचा नातु **उलुगबेग** याचें नांव संस्कृत ग्रंथांत मानार्ह झालें आहे. उलुगबेग यानें **समरकंद** येथें वेधशाळा स्थापून उत्कृष्ट वेध केले. त्यांचा उल्लेख व उपयोग हिंदुस्थानांत वेधशाळा स्थापून ज्योतिःशास्त्रास चालन देणारा **जयसिंह** ह्यानें आपल्या सिद्धांतसम्राट् ग्रंथांत केला आहे. टालमीच्या नक्षत्रस्थितिपत्रकास अंतर पडलें आहे, असें पाहून उलुगबेग यानें स्वतः वेध घेऊन नवीन तारास्थितिपत्रक केलें. त्यांत इ० स० १४३७ या कालची १०१९ तारांची स्थिति आहे.

आरब लोकांच्या द्वारें ज्योतिःशास्त्राचें ज्ञान युरोपखंडांत पसरलें. इ०

स० च्या नवव्या व दहाव्या शतकांत फ्रान्स वगैरे देशांतील लोक स्पेन देशांत मुसलमानांपाशीं शास्त्राध्ययन करूं लागले. इ० सनाच्या १३ व्या शतकांत अलमाजेस्टच्या आरबी रूपांतरावरून त्याचें लाटिन भाषांतर झालें. व कास्टिलचा राजा **आलफान्सो** यानें १३ व्या शतकांत ज्योतिषाचा नवीन ग्रंथ करविला. तेणेंकरून ज्योतिषाच्या अभ्यासास चांगलें उत्तेजन आलें. १५ व्या शतकांत दोन तीन चांगले जर्मन ज्योतिषी, व वेध करणारे झाले. पुढें **कोपर्निकस** जन्मला.

एकाएकीं एकादा अलौकिक पुरुष उत्पन्न होऊन कोणतेंही शास्त्र एकदम पूर्णावस्थेस आणतो असें मुळींच नाहीं. सर्व शास्त्रांस सांप्रतचीं रूपें येण्यास अनेक व्यक्तींचे दीर्घकालचे प्रयत्न कारणीभूत झाले आहेत. त्यांत ज्योतिषास तर ही गोष्ट विशेषेंकरून लागू आहे. या शास्त्रांत प्रत्येक शोधकास तत्पूर्वशोधकांचे प्रयत्न उपयोगीं पडत आले आहेत. कोपर्निकस, न्यूटन, ह्यांसारखे अलौकिक पुरुष थोडेच उत्पन्न होतात खरे, तरी त्यांच्या वेळची परिस्थिति त्यांस अनुकूल व साह्यभूत होते, तेव्हां त्यांच्या हातून नवीन महासिद्धांतांचा शोध लागतो. कोपर्निकसापूर्वीं पांचसहा शतकें युरोपखंडांत ज्योतिःशास्त्राचा अभ्यास सुरू होऊन तो वाढत्या स्थितीमध्यें होता.

ग्रहस्थितीच्या खऱ्या तत्त्वाचें ज्ञान प्रथम जगास करून देण्याचा मान **कोपर्निकस** ह्यास आहे. तो इ० स० १४७३ मध्यें प्रशिया देशांत जन्मला. विश्वरचनेचें खरें स्वरूप प्रथम इ० स० १५०७ मध्यें त्याच्या मनांत आलें. परंतु तें लोकांस नुसतें सांगून कीर्ति मिळविण्याची घाई त्यानें केली नाहीं. दीर्घकाल शोध, वेध, व गणित करून त्याच्या मताची सत्यता त्यास पक्की दिसून आल्यावर इ० स० १५४३ मध्यें त्यानें आपला ग्रंथ प्रसिद्ध केला. त्याची एक प्रत त्याच्या मरणापूर्वीं थोडेच तास त्याच्या हातांत आली. ती पाहून मरणसमयीं त्यास किती समाधान झालें असेल !

त्याच्या पद्धतीचीं मुख्य तत्त्वें दोन आहेतः—(१) आकाशस्थ ज्योतींची दैनंदिन गति ही केवळ भासमान आहे. पृथ्वीच्या अक्षभ्रमणामुळें ती भासते. (२) पृथ्वी हा एक ग्रह आहे. त्यासह सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं वर्तुलमार्गानें फिरतात. सूर्य हा विश्वाचा मध्य आहे.

त्याच्या मताची सिद्धता त्याच्या ग्रंथांत आहे ती येथें सांगण्याचें कारण

नाहीं. कोपर्निकसाचे सिद्धांत ही टालमीच्या मतांच्या पुढची व खरी पायरी आहे. ही चवथी पायरी म्हटली असतां चालेल.

कोपर्निकसाच्या ह्या दोन सिद्धांतांनीं ग्रहादिकांच्या दैनंदिनगति, वक्रगति, इत्यादिकांची उपपत्ति अगदीं सुलभ रीतीनें होते. सूर्यावरून पहाणारास सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरत आहेत असे दिसतील. आपण ते पृथ्वीवरून पहातों म्हणून त्यांची गति भानगडीची दिसते. ग्रहांचा सूर्याभोंवतीं फिरण्याचा क्रम कोपर्निकसाच्या पद्धतीप्रमाणें बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, गुरु व शनि असा आहे. कोपर्निकसानें ग्रहकक्षा बरोबर वर्तुळ मानिल्या होत्या. व त्यामुळें ग्रहगति कमजास्त होतात, त्यांच्या उपपत्तीकरितां त्यास प्रतिवृत्त मानावें लागलें. कोपर्निकसानें पृथ्वीचें सूर्यापासून अंतर हें मान घेऊन त्या मानानें सर्व ग्रहांचीं सूर्यापासून अंतरें पुष्कळ सूक्ष्म काढिलीं. पृथ्वीचें अंतर त्यावेळीं समजलें नव्हतें.

पुढें **टायकोब्राहे** म्हणून एक नामांकित ज्योतिषी झाला. इ०स० १५७६ मध्यें डेन्मार्कच्या राजानें वेधशाळा स्थापिली तिजवर हा २० वर्षे मुख्य होता. हा वेधाच्या कामीं कुशल होता. व त्या संबंधी फार परिश्रम करून ग्रहगतिस्थिति काढण्याच्या गणितांत त्यानें पूर्वीच्या ग्रंथांत फारच सुधारणा केली. तथापि कोपर्निकसाचें मत ह्यास मान्य नव्हतें. तो म्हणे कीं दोन पदार्थ निरनिराळ्या स्थानांपासून पाहिले तर त्यांच्या सापेक्ष स्थितींमध्यें फरक पडतो. पृथ्वी जर फिरते तर तिचें सूर्यापासून अंतर फार असल्यामुळें एकदां ती जेथें असेल तेथून सहा महिन्यांनीं फार अंतरावर असेल. आणि ह्या दोन्ही स्थानांवरून तारा पाहिल्या तरी त्यांची स्थिति पालटलेली दिसत नाहीं. आणि यावरून तारा आपणांपासून फारच दूर आहेत असें होईल. म्हणून पृथ्वी स्थिरच आहे. बुधादि पांच ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरतात, आणि त्यांसह सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरतो, असें त्याचें मत होतें. परंतु ह्या मताचा प्रसार होण्याचा काळ राहिला नव्हता.

पुढें **केप्लर** झाला. टायकोचे वेध याच्या फार उपयोगीं पडले. कोपर्निकसाची वर्तुलकक्षा आणि प्रतिवृत्त यांवरून काढिलेली ग्रहस्थिति वेधास मिळत नाहीं, असें त्यास दिसून आलें. दीर्घकाल गणित करून त्यानें ग्रहगतीचे नियम शोधून काढिले. ते असेः—(१) सूर्याभोंवतीं फिरण्याचा ग्रहांचा मार्ग दीर्घवर्तुलाकार आहे. त्याच्या एका केंद्रांत सूर्य असतो. (२) ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरत असतां त्यांचा मंदकर्ण म्हणजे ग्रह आणि सूर्य यांस सांधणारी

रेषा समान कालांत समान क्षेत्रें आक्रमिते. म्हणजे असें कीं ग्रहकक्षा दीर्घवर्तुल असल्यामुळें मंदकर्ण कमजास्त होतो, तरी कोणतेही दोन अवधि घेतले तर त्यांत मंदकर्णानें क्रमिलेलीं दोन क्षेत्रें सारखीं असतात. क्षेत्राची लांबी कमी झाली तर रुंदी वाढते. (३) सूर्यापासून ग्रहांच्या मध्यम अंतरांचा घन आणि प्रदक्षिणाकालांचा वर्ग हे प्रमाणांत असतात. उदाहरण सूर्यापासून पृथ्वीचें अंतर १ मानलें तर मंगळाचें अंतर १.५२४ आहे. ह्यांचे घन अनुक्रमें १ आणि ३.५४ होतात. पृथ्वीस सूर्याभोंवतीं फिरण्यास १ वर्ष लागतें. मंगळास १.८८१ वर्षे लागतात. यांचे वर्ग १ आणि ३.५४ हे आहेत. ह्यांत अंतराचे घन प्रदक्षिणाकालाच्या वर्गाबरोबर आहेत.

हे तीन नियम दिसण्यांत फार साधे दिसतात. परंतु हे स्थापित करण्यास केप्लरला २२ वर्षें घालवावीं लागलीं. त्यांतही त्याच्या वेळीं लाग्रथमाचें गणित माहीत नव्हतें, यामुळें गणित करण्यास त्यास फारच श्रम पडले. पहिले दोन नियम त्यानें इ० सन १६१९ मध्यें प्रसिद्ध केले. व तिसरा नियम आणखी नऊ वर्षांनीं त्यास समजला. तेव्हां त्यास अत्यंत आनंद आणि समाधान होऊन " ईश्वरानें आपल्या कृतीचें आज स्पष्टीकरण केलें " अशा अर्थाचा उद्गार त्यानें आपल्या पुस्तकांत काढिला आहे.

पुढें दुर्बिणयंत्राची कल्पना निघून पूर्वीच्याहून फार सूक्ष्म वेध होऊं लागले. तेव्हां केप्लरच्या नियमाप्रमाणें सर्वांशीं ग्रहगति प्रत्ययास येत नाहीं, थोडा फेर पडतो, असें दिसूं लागलें. शिवाय केप्लरच्या नियमांचें तरी कारण काय अशी जिज्ञासा होतीच. ह्युजेन्स नामक एक शोधक झाला, त्यानें मध्योत्सारिणी गतीचा नियम शोधून काढिला होता. परंतु इतकी सिद्धता झाल्यावर विश्वरचनेचें व्यापक कारण दुसऱ्या एका अलौकिक पुरुषानें काढावें असा ईश्वरी संकेत होता. असा पुरुष **न्यूटन** हा झाला.

न्यूटनानें पदार्थांच्या गतीचे तीन नियम काढिले ते असेः—(१) पदार्थास एकदां गति प्राप्त झाली आणि त्यावर दुसरी एकादी प्रेरणा लागू झाली नाहीं, तर तो पदार्थ पहिल्या वेगानें सतत सरळ रेषेंत चालत असतो. (२) गतिमान् पदार्थावर दुसरी प्रेरणा लागू झाली तर त्या प्रेरणेच्या वेगाप्रमाणें व तिच्या दिशेनें तो पदार्थ चालूं लागतो. (३) आघात आणि प्रत्याघात समान असतात. परंतु ते परस्परविरुद्ध दिशेनें होतात.

हे नियम न्यूटनच्या पूर्वी कोणाच्या लक्षांत न येण्याचें मुख्य कारण पृ-

थ्वीच्या आकर्षणामुळें पृथ्वीवर कोणताच पदार्थ सतत गतिमान् दिसत नाहीं हेंच होय. न्यूटनची अलौकिक बुद्धि या प्रतिबंधांतून पलीकडे जाऊन तिनें पृथ्वीवर दिसून येणारें आकर्षण विश्वास लागू केलें.

" विश्वांतील जडद्रव्याचा प्रत्येक परमाणु दुसऱ्या परमाणूस आकर्षितो. तें आकर्षण प्रकृत्यंशांशीं सम प्रमाणांत आणि अंतराच्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणांत असतें. " हा नियम त्यानें शोधून काढिला. या नियमानें विश्व बद्ध झालें आहे. ग्रहमाला याच नियमामुळें सूर्याभोंवतीं फिरत आहे. सर्व ग्रह परस्परांस आकर्षितात, यामुळें त्यांच्या गतींत थोडाबहुत फरक पडतो. केप्लरचे नियम या नियमाचे परिणाम आहेत असें न्यूटननें सिद्ध केलें. याचा प्रिन्सिपिया नांवाचा ग्रंथ इ० सन १६८७ मध्यें प्रसिद्ध झाला. त्यांतील विषय आणि आकर्षणाच्या नियमांचें सविस्तर विवेचन येथें सांगण्याचें प्रयोजन नाहीं. आकर्षणाचा नियम विश्वास लागू आहे असें प्रथम त्याच्या मनांत आल्यावर तो नियम चंद्रगतीवर कसा लागू होतो हें त्यानें पाहिलें. व ती गति या नियमाप्रमाणें होते असें दिसून आल्यावरून त्याची सत्यता स्थापित झाली. पृथ्वीचा व्यास त्या वेळीं बरोबर माहीत नव्हता. यामुळें प्रथम तो नियम बरोबर लागू पडेना. पुढें २० वर्षे ती गोष्ट तशीच पडली होती. पृथ्वीचें मान बरोबर काढण्याचा फ्रान्स देशांत फार प्रयत्न झाला व एका विद्वानानें तें बरोबर ठरविलें. त्यावरून न्यूटननें पुन्हा गणित करून आकर्षणाचा नियम स्थापित केला. पुढें अनेक विद्वान् झाले, व ग्रहगतीचे शोध पुष्कळ झाले. आणि त्यांवरून न्यूटनचा नियम सर्व ग्रहगतींस लागू होतो, असें सिद्ध होत चाललें. युरेनसच्या गतीचें गणित त्या वेळीं माहीत असलेल्या ग्रहांचें आकर्षण हिशोबांत घेऊन करावें तें वेधास बरोबर मिळेना. तेव्हां जितका फरक पडे त्यावरून गणित करून युरेनस यास आकर्षण करणारा ग्रह अमुक अंतरावर आहे, आणि तो अमुक दिवशीं अमुक ठिकाणीं सांपडेल असें अगोदर दोघा ज्योतिष्यांनीं ठरविलें. व त्याप्रमाणें दुर्बीण लावून पहातां इ० सन १८४६ मध्यें नुसत्या डोळ्यांनीं कधींही न दिसणारा असा नेप्चुन् हा ग्रह सांपडला. ह्या आश्चर्यकारक गोष्टीवरून आकर्षणनियमाची सत्यता, आणि हल्लींच्या ज्योतिःशास्त्राची उत्तमावस्था हीं दिसून येतात.

ज्योतिःशास्त्राचा आणि त्याशीं ज्यांचा संबंध आहे अशा दुसऱ्या शास्त्रांचा शोध करणारे इतके विद्वान् कोपर्निकसाच्या वेळेपासून आजपर्यंत युरोप

व अमेरिका या खंडांत झाले कीं त्यांचीं नांवें व कृति एकेका वाक्यांत सांगितली तरी ह्या पुस्तकाचीं २९ पृष्ठें भरतील. या मालिकेंत गोंवावयास आमच्या देशांतलें एकच नांव मला दिसतें. तें अठराव्या शतकांतल्या जयसिंहाचें होय. कोपर्निकसापूर्वी आमच्या देशांतील व युरोपांतील ज्योतिष सारख्याच स्थितींत होतें म्हटलें तरी चालेल. मात्र त्या दोहोंमध्यें मोठा भेद हा होता कीं, आमचें युरोपच्याप्रमाणें वर्धमान् स्थितींत नव्हतें. कोपर्निकसाच्या पूर्वी नुकतेच आमच्या देशांतले शोधक ज्योतिषी **गणेश दैवज्ञ** आणि त्याचा पिता **केशव दैवज्ञ** हे झाले. कोपर्निकसापासून युरोपांतल्या ज्योतिःशास्त्राचें इतकें स्थित्यंतर झालें कीं पूर्वीचे आणि नंतरचें ह्यांस अनुक्रमें वटवृक्षाचा नुकताच उगवलेला रोपा आणि अनेक शतकें वाढून आपल्या छायेंत हजारों जीवांस आश्रय देणारा अति भव्य वटवृक्ष यांची उपमा शोभेल. आमचें आहे तें आहे.

सोळाव्या शतकाच्या अखेरीच्या सुमारास दुर्बिणीची युक्ति हालंड देशांत निघाली. ज्योतिःशास्त्राच्या शोधाकडे प्रथम दुर्बिणीचा उपयोग केल्याचा मान **गॅलिलियो** ह्यास आहे. त्यानें स्वतः दुर्बीण केली. आणि तिच्या साहाय्यानें त्यानें प्रथम इ० स० १६१० मध्यें गुरूचे उपग्रह पाहिले. ज्योतींचें अवलोकन डोळ्यांनीं करावयाचें, ते डोळे जितके तीव्र आणि निर्दोष असतील तितके चांगले. अतर्क्य प्रभावाचा दुर्बीण हा एक नवा डोळाच ज्योतिष्यांस मिळाला. तो अडीच लक्ष मैल अंतरावरचा पदार्थ चाळीस मैलांवर आणून दाखवूं लागला. अर्थातच या नवीन डोळ्यानें नवीन शोध झपाट्यानें होऊं लागले. वक्रीकार दुर्बीण आणि परावर्तक दुर्बीण अशा २ प्रकारच्या दुर्बिणी असतात. एकींत उभयतोगोल काचेंतून पदार्थाच्या किरणांचें वक्रीभवन होऊन पदार्थाची प्रतिमा उठते. आणि दुसरींत अंतर्गोल भिंगापासून पदार्थकिरणांचें परावर्तन होऊन प्रतिमा तयार होते. प्रत्येक प्रकारच्या दुर्बिणींत कांहीं सोयी व कांहीं गैरसोयी आहेत. परावर्तक दुर्बिणींतलें मुख्य भिंग पुष्कळ मोठें करितां येतें. परंतु तिच्यापेक्षां वक्रीकार दुर्बीण वापरण्यास फार सोईची असते. आजपर्यंत महत्त्वाचे बहुतेक शोध वक्रीकार दुर्बिणीनेंच झाले आहेत. पृथ्वीवर सर्वांत मोठी वक्रीकार दुर्बीण हल्लीं अमेरिकेंत **कालिफोर्निया** प्रांतांत **मौन्टहामिलटन**च्या वेधशाळेंत आहे. तिचें मुख्य भिंग ३६ इंच व्यासाचें आहे. सर्वांत मोठी परावर्तक दुर्बीण ऐर्लंदांत **लार्ड रास** याची आहे. तिचें तोंडाकडचें भिंग ६ फूट व्यासाचें आहे.

इसवी सन १८३० च्या सुमारास प्रकाशलेखनकला दुर्बीणीच्या साहाय्यास आली. चंद्रादिकांच्या पृष्ठभागाचे चित्रपट हातानें काढण्यास १७ व्या शतकांतच सुरुवात झाली होती. परंतु मानवी चितारी किती कुशल झाला तरी सूर्यकिरणांपुढें त्याचा काय पाड? सूर्यचंद्रादि तेजें स्वत: आपलीं चित्रें काढून देऊं लागलीं. दहा पांच सेकंदपर्यंत त्यांस कोंडून धरिलें कीं चित्र तयार! यायोगें आकाशस्थ ज्योतींचें स्वरूप समजण्यास उत्कृष्ट साधन झालें.

वर्णलेखक म्हणून आणखी एक यंत्र या शतकांत निघालें आहे. आकाशस्थ ज्योति पहाण्याकडे ह्याचा उपयोग सुमारें इ० सन १८६० पासून होऊं लागला. व इतक्या थोडक्या काळांत त्याच्या योगानें महत्त्वाचे शोध झाले. काचपरशु* (हंडीचा एकादा लोलक) सूर्यकिरणांत धरिला असतां किरणांचें पृथक्करण होऊन निरनिराळ्या सात रंगांचे किरण पडतात, हें पुष्कळांनीं पाहिलें असेल. कांहीं विशेष योजनेनें या रंगांच्या प्रकाशाचा जो एक पट्टा दिसतो, त्यास आपण **वर्णलेख** असें नांव देऊं. अप्रवाही किंवा प्रवाही स्वयंप्रकाश पदार्थांचे किरण काचपरशूवर पाडिले असतां त्यांपासून अनुक्रमें तांबडा, नारिंगी, पिंवळा, हिरवा, अस्मानी, निळा आणि जांभळा अशा सात रंगांचा वर्णलेख निघतो. दुर्बिणींत काचपरशूची योजना करून खस्थ पदार्थांचे वर्णलेख कागदावर घेतात. असे वर्णलेख घेण्याच्या यंत्रास **वर्णलेखक** म्हणतात. एकाद्या ज्वलद्वायूचा वर्णलेख घेतला तर त्यांत कांहीं कांहीं वर्णांच्याच चकचकींत रेषा किंवा पट्टे निघतात. अमुक वायूच्या वर्णलेखांत अमुक रंगांच्या रेषा अमक्या क्रमानें उठतात असा नियम आहे. कांहींमध्यें एकदोन रेषा असतात, व कांहींत पुष्कळ असतात. आणखी असें कीं अप्रवाही किंवा प्रवाही स्वयंप्रकाशपदार्थांचे किरण वायुरूप वेष्टनांतून बाहेर येत असले तर त्या स्वयंप्रकाशपदार्थांच्या वर्णलेखांत सात रंग असतात, परंतु त्यांवर कांहीं आडव्या काळ्या रेषा उमटतात. त्या अमुक वायुवेष्टनाच्या अमुक क्रमानें उमटतात असा नियम दिसून येतो. व त्या नुसत्या वायूचा स्वतंत्र वर्णलेख घेतला तर त्यांत जितक्या चकचकीत रेषा ज्या क्रमानें असतात, तितक्याच काळ्या रेषा त्याच

* इंग्रजींतील प्रिझम (prism) या शब्दास संस्कृत शब्द ' चिति ' असा आहे. दर्शनानुशासन शास्त्रांत ज्या प्रिझमाचें नेहमीं कारण पडतें तो बहुधा पाचरेच्या आकाराचा त्रिकोणी असतो. म्हणून एथें ' प्रिझम ' यास ' परशु ' अशी संज्ञा दिली आहे.

क्रमानें त्या वायूच्या वेष्टनांत असलेल्या स्वयंप्रकाशपदार्थांच्या वर्णलेखांत उ-ठतात. पृथ्वीवरील निरनिराळे वायु, धातु, इत्यादिकांचे वर्णलेख निरनिराळ्या स्थितींत कसे निघतात, तसेंच परावर्तन पावलेल्या प्रकाशाचे वर्णलेख कसे निघतात, याचा अनुभव घेतला आहे. सूर्य, चंद्र, ग्रह, तारा यांचीं घटकद्रव्यें अमुक आहेत हें व एकंदरींत त्यांची शारीरस्थिति कशी आहे हें जाणण्यास हें वर्णलेखकयंत्र मोठें साधन झालें आहे. पदार्थ जवळ असो किंवा कितीही दूर असो त्याचा वर्णलेख सारखाच निघतो. यामुळें नुसत्या दुर्बिणीचा जेथें कांहीं इलाज चालत नाहीं, तेथें ह्या यंत्रानें अद्भुत शोध लागत चालले आहेत. आपल्या सरकारानें पुणें येथील साएन्स कालेजांत इसवी सन १८८८ मध्यें एका वर्णलेखक यंत्राची योजना केली आहे, व त्यांतून वेध घेण्याकरितां एक कामदार नेमिला आहे. ह्या यंत्रांतील दुर्बीण परावर्तक आहे. तिला १००० पौंड पडले. तींतल्या मुख्य भिंगाचा व्यास १६॥ इंच आहे. व तींतून पदार्थ पाहिला असतां मूळच्या १२०० पट दिसतो.

सारांश गेल्या तीन शतकांत ज्योतिःशास्त्राचें विलक्षण स्थित्यंतर झालें आहे. सूर्यमालेंतील ग्रहांचीं सापेक्ष अंतरें नव्हत, तर प्रत्यक्ष अंतरें व आकार सांप्रत कळले आहेत. इतकेंच नाहीं तर त्या सूर्यादिक ज्योतींस शास्त्ररूप त-राजूंत घालून त्यांचीं प्रत्यक्ष वजनेंही ज्योतिष्यांनीं काढिलीं आहेत. फार काय सांगावें, सूर्य आणि त्याच्यापेक्षां लक्षावधिपट दूर असणाऱ्या तारा यांची शा-रीरस्थिति कशी आहे, पृथ्वीवरील कोणते वायु इत्यादि पदार्थ त्यांवर आहेत, हें येथें बसून समजूं लागलें आहे. आणि त्याबरोबरच मनुष्याची शक्ति किती अत्यल्प आहे, हेंही समजूं लागलें आहे. या सर्व गोष्टींचें वर्णन आतां क्रमा-क्रमानें येईल.

रजनीवल्लभ

अंक १

मलिनमपि हिमांशोर्लक्ष्म लक्ष्मीं तनोति ।

....

किमिव हि मधुराणां मंडनं नाकृतीनां ॥

(शशिमाजी लांछनाची बहु शोभा दीसते ।

....

जातीच्या सुंदरांना कांहींही चालतें ॥)

शाकुंतल, १-१८.

आकाशस्थ सर्व तेजांमध्यें चंद्रासारखें मनाचें आकर्षण करणारें दुसरें तेज नाहीं. कालिदासानें म्हटल्याप्रमाणें त्याला शोभाच देणारें त्याचें लांच्छन, त्याची सौम्य आणि शीतल चंद्रिका, २७ नक्षत्रांमधून त्याची शीघ्र गति व कांहीं तारांशीं त्याचा अतिनिकट समागम, त्याच्या बिंबाची क्षयवृद्धि, एका रात्रीं त्याचें अगदीं अदर्शन आणि एका रात्रीं पूर्णतेजानें रात्रभर दिसणें, ह्या गोष्टींनीं अनेक कल्पनातरंग उद्भवले आहेत; विलक्षण समजुती पडल्या आहेत; नानाप्रकारच्या कथा रचल्या आहेत; कालगणनेचें साधनही ह्या गोष्टींत आहे; आणि ज्योतिःशास्त्राकडे मनुष्याची प्रवृत्ति होण्यास ह्याच गोष्टी कारण झाल्या आहेत. सारांश ह्या गोष्टींपासून मनोरंजक आणि उपयुक्त असे अनेक परिणाम झाले आहेत.

सर्व नक्षत्रांतून चंद्राची एक प्रदक्षिणा होण्यास मध्यम मानानें सुमारें २७ दिवस १९ घटिका लागतात. कधीं याहून कांहीं घटिका कमी लागतात, कधीं जास्त लागतात. अशा कमजास्त मानांच्या सरासरीनें काढिलेलें जें मान त्यास ज्योतिःशास्त्रांत **मध्यम** म्हणतात. एका तारेजवळ एकदां चंद्र दिसला तर पुन्हा वर लिहिलेल्या काळानें तो तेथें येईल. या काळास **नाक्षत्रमास** म्हणतात. २७ नक्षत्रांतून कांहींच्या दक्षिणेकडून नेहमीं चंद्र जातो; कांहींच्या उत्तरेकडून जातो; आणि बाकी कृत्तिका, रोहिणी, पुष्य, मघा, चित्रा, विशाखा, अनुराधा, ज्येष्ठा, पूर्वाषाढा, उत्तराषाढा, शतभिषक्, रेवती, यांचे तो कधीं-कधीं आच्छादन करितो, असें मागें सांगितलेंच आहे. ह्या आच्छादनास पि-

धान असें म्हणतात. कृत्तिका इत्यादि नक्षत्रांच्या ज्या तारा बारीक आहेत त्यांचें पिधान चंद्र करीत असला तरी तो त्यांच्याजवळ येण्यापूर्वींच पांचसात अंशांवर आहे तोंच त्या तारा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतनाशा होतात. दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या प्रतीच्या ताराही चंद्र एकदोन अंशांवर आहे तोंच दिसतनाशा होतात. मघा, ज्येष्ठा, चित्रा, रोहिणी, ह्या पहिल्या प्रतीच्या तारा मात्र चंद्र अगदीं जवळ येईपर्यंत दिसत असतात. चंद्राची लहान मोठी कोर किंवा पूर्ण चंद्र एका बाजूकडून पहिल्या प्रतीच्या तारांचें पिधान करण्यास येत येत येतो; अगदीं जवळ आल्यावर त्याची पूर्वेकडील कडा तारेस अगदीं लागल्यासारखी दिसते; लागलींच ती तारा चंद्रबिंबाच्या आड नाहींशी होते; घटिका दोन घटिका तारा तशीच लोपलेली असते, आणि मग चंद्राच्या पश्चिमेकडील अंगानें बाहेर पडते. हा देखावा फार मनोहर दिसतो. रोज सरासरी पांच सहा तारांचें पिधान चंद्र करितो. परंतु त्यांतल्या तेजस्वी तारांचें मात्र पिधान नुसत्या डोळ्यांनीं चांगलें पहाण्यास सांपडतें. मघा, ज्येष्ठा, चित्रा, रोहिणी ह्या पहिल्या प्रतीच्या तारा आहेत. त्यांतही क्रमानें त्या एकीहून एक जास्त तेजस्वी आहेत. रोहिणी सर्वांत तेजस्वी आहे. यामुळें चंद्र सर्वांहून तिच्या फारच जवळ येईपर्यंत ती दिसत असते. अर्थातच तिचें पिधान सर्वांहून मनोहर दिसतें. हीच गोष्ट चंद्राची रोहिणीवर अति प्रीति आहे या समजुतीचें कारण होय. सर्वांत रोहिणीवर चंद्राची विशेष प्रीति आहे ही गोष्ट अति प्राचीनकाळीं आमच्या लोकांस ठाऊक झाली आहे. **तैत्तिरीय** वेदाच्या संहितेंत (२.३.५) अशी कथा आहे:—

" प्रजापतीला ३३[1] कन्या होत्या. त्या त्यानें **सोम**राजास दिल्या. तो त्यांपैकीं रोहिणीशीं मात्र समागम करूं लागला. यामुळें इतरांस मत्सर उत्पन्न होऊन त्या प्रजापतीकडे गेल्या. सोम त्यांच्या मागून जाऊन त्यांस प्रजापतीपाशीं परत मागूं लागला. प्रजापतीनें सांगितलें, सर्वांशीं सारखा वागेन अशी शपथ कर, म्हणजे तुला कन्या परत देतों. त्यानें शपथ केली. प्रजापतीनें कन्या परत दिल्या. तरी तो पुनः त्यांपैकीं रोहिणीजवळ मात्र जाऊं लागला. त्यामुळें त्यास यक्ष्मा झाला. सोमराजास यक्ष्मा झाला म्हणून त्यास राजयक्ष्मा म्हणतात. याप्रमाणें राजयक्ष्म्याची उत्पत्ति झाली.... नंतर तो सोम त्या तारांच्या पायां पडत त्यांच्या मागें जाऊं लागला. त्या बोलल्या, तूं आह्मां

१. कृत्तिका नक्षत्राच्या ७ तारा आणि बाकी २६ मिळून ३३.

सर्वांशीं सारखें वागावें असा आह्मी वर मागतों. मग त्यांनीं आदित्यास चरु दिला, आणि त्याच्या योगानें सोमास पापापासून मुक्त केलें...."

चंद्राच्या योगानें कांहीं तारांचें पिधान का होतें हें आपण पाहूं. चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतो. म्हणजे तो पृथ्वीचा उपग्रह आहे. तो पृथ्वीभोंवतीं क्रांतिवृत्तांतून फिरत नाहीं. त्याची कक्षा क्रांतिवृत्तास छेदिते. त्या दोहोंच्यामध्यें सुमारें सवापांच अंशांचा कोन आहे. यामुळें चंद्रकक्षेचा अर्धा भाग क्रांतिवृत्ताच्या उत्तरेस सुमारें सवापांच अंशांपर्यंत व अर्धाभाग दक्षिणेस सवापांच अंशांपर्यंत असतो. म्हणून चंद्र नेहमीं क्रांतिवृत्ताच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस सवापांच अंशांत असतो. खस्थ पदार्थापासून क्रांतिवृत्तापर्यंत जें अंतर त्यास शर म्हणतात. हें अंतर त्या खस्थापासून क्रांतिवृत्तावर लंब काढून त्यानें मोजितात. चंद्राचा शर सवापांच अंशपर्यंत असतो. क्रांतिवृत्त आणि चंद्रकक्षा ह्यांच्या दोन पातबिंदूंस अनुक्रमें राहु आणि केतु म्हणतात. राहूमध्यें किंवा केतूमध्यें चंद्र असतो तेव्हां अर्थातच क्रांतिवृत्तापासून त्याचें अंतर मुळींच नसतें. म्हणजे त्या वेळीं शर शून्य असतो. क्रांतिवृत्ताच्या आसपास सवापांच अंशांच्या आंत ज्या तारा आहेत, म्हणजे ज्यांचा शर सवापांच अंशांहून जास्त नाहीं, त्यांचें पिधान चंद्र करितो. परिशिष्ट १ ह्यांत तारांची क्रांति दिली आहे. विषुववृत्तापासून क्रांतिवृत्ताचें परम अंतर सुमारें २३॥ अंश आहे. आणि चंद्र कधीं ह्याच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस असतो. म्हणून चंद्राची परम क्रांति कधीं सुमारें २८॥ अंश होते, कधीं सुमारें १८। अंशच होते. याहून जास्त ज्यांची क्रांति असेल त्या तारांचें पिधान कधींही होण्याचा संभव नाहीं. चंद्रकक्षा आणि क्रांतिवृत्त यांचे पात म्हणजे राहुकेतु हे स्थिर नाहींत; त्यांस गति आहे. (आणि म्हणूनच हे आमच्या ज्योतिषांत ग्रह कल्पिले आहेत. वस्तुतः हे दृश्य किंवा द्रव्यघटित पदार्थ नाहींत.) ते सुमारें १८॥ वर्षांत क्रांतिवृत्तांत एक फेरा करितात. यामुळें क्रांतिवृत्ताच्या कोणत्याही बिंदूशीं चंद्राचा शर सर्वदां सारखा नसतो. कधीं शून्य असतो, कधीं सवापांच अंशांपर्यंत असतो. यामुळें एका तारेचें पिधान चंद्र एकदां करूं लागला म्हणजे सुमारें २ वर्षें करितो; पुढें करीनासा होतो. तो पुनः १८॥ वर्षांनीं करूं लागतो. ज्या तारा क्रांतिवृत्तावर किंवा त्याच्या अगदीं जवळ आहेत त्यांचें पिधान तो १८॥ वर्षांत दर खेपेस दोन दोन वर्षें असें दोनदां करितो. वर ज्या नक्षत्रांचें पिधान चंद्र करितो असें सांगितलें त्यांतील बहुतेकांच्या सर्व तारांचें पिधान तो १८॥ वर्षांत

केव्हां ना केव्हां तरी करितो. जेव्हां करीत नाहीं, तेव्हां त्यांच्या उत्तरेकडून किंवा दक्षिणेकडून जातो.

कधीं कधीं बुधशुक्रादि ग्रहही चंद्राच्या सपाट्यांत सांपडून त्यांचेंही पिधान चंद्र करितो. ग्रह बहुधा पहिल्या प्रतीच्या तारेएवढे किंवा त्याहून मोठे दिसतात. यामुळें त्यांचें पिधान पाहण्याची विशेष मौज असते. कधीं कधीं तारा आणि ग्रह यांचें पिधान एककालीं होण्याचा संभव आहे. बुधाला **रौहिणेय** असें नांव आहे, ह्या गोष्टीचें मूळ ह्या पिधानांत आहे. बुध आणि रोहिणी यांचें एककालीं पिधान झालें असतां त्यावेळीं चंद्रबिंबांतून बुध बाहेर पडला असें पाहून रोहिणीचंद्रसमागमापासून बुध हा पुत्र झाला अशी कल्पना होण्याचा संभव साहजिक आहे. गुरुपत्नी **तारा** हिचें हरण चंद्रानें केलें आणि तिला बुध हा पुत्र झाला, या कथेंतली तारा म्हणजे वस्तुतः रोहिणी नामक जी तारा ती होय. बुधाला रौहिणेय अशी संज्ञा आहे, त्याप्रमाणें इतर ग्रहांसही अशा संज्ञा आहेत. त्या फारशा प्रसिद्ध नाहींत; तरी पुराणांत त्या आहेत. शुक्र, मंगळ ह्यांस अनुक्रमें मघाभू आणि आषाढाभू अशीं नांवें आहेत. त्या त्या तारा, ते ते ग्रह आणि चंद्र, यांच्या एककालिक निकट समागमापासून तीं नांवें पडलीं यांत संशय नाहीं.

सर्व स्त्रियांस सारखें वागवीन अशी प्रजापतीपाशीं शपथ वाहिल्यावर देखील चंद्रानें पक्षपात केला म्हणून त्यास राजयक्ष्मा झाला अशी कथा वर सांगितली. पूर्णिमेच्या सुमारास रोहिणीपिधान होऊन पुढें कृष्णपक्ष लागला, आणि अमावास्येस चंद्र अगदीं दिसेनासा झाला, अशा वेळीं ही कल्पना उद्भवलेली असावी. पुढें तारांनीं आदित्य म्हणजे सूर्य ह्यास चरु देऊन हवन केलें, तेव्हां चंद्र वृद्धि पावूं लागला, असें वरील कथेंत आहे, हें लक्षांत आणण्याजोगें आहे. अमावास्येच्या दिवशीं चंद्र आदित्याजवळ असतो आणि पुढें त्याच्या प्रकाशामुळें चंद्रकला वाढूं लागतात. तेव्हां आदित्याची प्रार्थना तारांनीं केली व त्याच्या कृपेनें चंद्र वृद्धि पावूं लागला हें ठीकच आहे.

अमावास्येच्या दिवशीं चंद्र हा सूर्याजवळ असतो, ही वास्तविक स्थिति वेदांत वर्णिलेली आहे. म्हणजे याबद्दल भलतीच अज्ञानाची समजूत त्या वेळीं सर्वांची होती असें नाहीं. तसेंच आदित्य हा चंद्रास किरण देतो असेंही वेदांत स्पष्ट म्हटलेलें आढळतें. चंद्रास प्रकाश आदित्य देतो, आणि तो प्रकाश

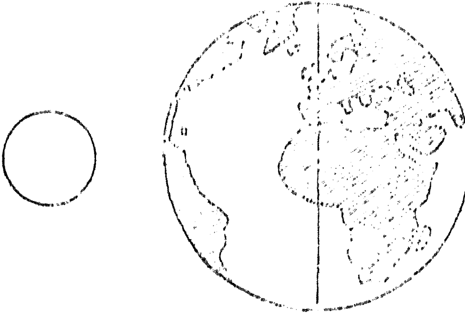
१—ऐतरेय ब्राह्मण, ४०.५. २–तैत्तिरीय संहिता, २.४.१४ आणि ३.४.७.

कमीही करितो तोच. यामुळें, आणि आदित्य हा शब्द प्रथम सूर्याचा मात्र वाचक असलेला मागाहून सर्व देवांचा वाचक झाला यामुळें, चंद्राच्या कला देव प्राशन करितात अशी कथा उद्भवली असें दिसतें. वेदोत्तरकालीन ज्योतिषग्रंथांत तर चंद्रकलावृद्धिक्षयाचें वास्तविक कारण आहेच. वराहमिहिर म्हणतो, " आरशावर पडलेले सूर्यकिरण मंदिरांत प्रकाश पाडितात, त्याप्रमाणें उदकमय चंद्रावर पडलेले सूर्यकिरण रात्रीच्या अंधाराचा नाश करितात. सूर्याच्या खालून निघून चंद्र पुढें (पूर्वेस) गेला म्हणजे त्याचें पश्चिम अंग शुक्ल होतें. याप्रमाणें प्रतिदिवशीं चंद्र जसजसा सूर्यापासून दूर जातो तसतसा त्याचा शुक्ल भाग वाढत जातो. उन्हांत एकादा घट ठेविला असतां अपराह्णीं त्याचा पश्चिम भाग अधिक अधिक शुक्ल होत जातो, त्याप्रमाणें चंद्राचें होतें."[1] यांत चंद्राच्या पृष्ठभागीं जेथें उदक आहे तेथून सूर्यकिरण परावृत्त होऊन पृथ्वीवर चांदणें पडतें, अशी कल्पना आहे. चंद्रपृष्ठाचा जो भाग काळा दिसतो तो चंद्रानें धारण केलेला ससा किंवा हरिण आहे अशा कल्पना उद्भवल्या, त्याप्रमाणें जो भाग चकचकीत दिसतो तेथें पाणी असावें अशी कल्पना होणें हें त्याहून अधिक स्वाभाविक आहे. दुर्बीण प्रथमच प्रचारांत आली तेव्हां तींतून दिसून आलें कीं, चंद्राचा जो भाग चकचकीत दिसतो तो पर्वतांचीं शिखरें व ज्वलत्पर्वतांचीं मुखें यांनीं उंचसखल झालेला आहे; आणि काळा भाग दिसतो तो सपाट आहे. व त्यावरून पाश्चात्य ज्योतिष्यांनीं प्रथम असें अनुमान केलें कीं, काळा भाग दिसतो तेथें समुद्र आहेत, व चकचकीत भागीं जमीन आहे. परंतु पुढें मोठमोठ्या दुर्बिणींनीं चंद्राचे वेध झाल्यावर चंद्रावर पाणी मुळींच नाहीं असा निर्णय झाला.

पृथ्वीपासून चंद्राचें मध्यम अंतर २,४०,००० मैल आहे. कधीं तें याहून १९ हजार मैल कमी होतें, कधीं जास्त होतें. इतक्या अंतरावरून चंद्र आपल्या पृथ्वीभोंवतीं फिरत असतो. आपल्या पायांपासून पृथ्वीच्या मध्यबिंदूपर्यंत अंतर सुमारें ४ हजार मैल आहे. म्हणजे भूगोलाची त्रिज्या इतकी आहे. हिच्या साठपट चंद्र दूर आहे. असें आहे तरी त्याच्या इतकें आपल्यास जवळ आकाशांतलें दुसरें कोणतेंच तेज नाहीं म्हटलें तरी चालेल. वीज, मेघ इत्यादि चमत्कार पृथ्वीच्या वातावरणांत होतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून वर सुमारें ८० मैलपर्यंत वायु आहे; ह्या वायूचें वेष्टन सर्व पृथ्वीला

१—बृहत्संहिता, अ० ४ श्लो० २, ३, ४.

आहे; त्या वेष्टनाला **वातावरण** म्हणतात. वातावरणप्रदेशाला वेदांत **अंतरिक्ष** असें म्हटलें आहे. तसेंच त्याच्या पलीकडच्या भागास **द्यु** किंवा **द्यो** म्हटलें आहे. मेघ, इंद्रधनुष्य इत्यादि चमत्कार ज्या प्रदेशांत होतात त्यास अंतरिक्ष, आणि चंद्रसूर्यादि गोल ज्यांतून फिरतात त्यास द्यु, आकाश इत्यादि संज्ञा देणें हें सोईचें आहे. पृथ्वीपासून चंद्राचें जें अंतर त्याहून कमी अंतरावर एकादा धूमकेतु किंवा उल्का मात्र येण्याचा संभव आहे. बाकी कोणताही ग्रह वगैरे ह्या अंतराच्या शंभर पटीच्या आंत कधींही येत नाहीं.



चित्रांक ४—पृथ्वी आणि चंद्र यांचे सापेक्ष आकार.

चंद्राचा व्यास[1] सुमारें २१६० मैल आहे. म्हणजे पृथ्वीच्या व्यासाच्या चौथ्या हिश्शाहून थोडा जास्ती आहे. पृथ्वी आणि चंद्र यांचे सापेक्ष आकार अंक ४ च्या चित्रांत दाखविले आहेत. सापेक्ष म्हणजे परस्परांपर अवलंबून असणारे. म्हणजे चंद्राचा आकार चित्रांत दाखविला आहे तेवढा काढिला तर पृथ्वीचा आकार चित्रांत दाखविला आहे तेवढा काढिला पाहिजे. चंद्राच्या जितके पट पृथ्वीचा आकार आहे, म्हणजे चंद्र आणि पृथ्वी ह्यांच्या आकारांचें जें गुणोत्तर[2] आहे, तितकें चित्रांतील चंद्र आणि पृथ्वी यांच्या आकारांचें आहे. ह्या आकारांस अनुगुण-आकार म्हटलें तरी चालेल. अंक ३ च्या चित्रांत ग्रहांचे सापेक्ष अथवा अनुगुण आकार दाखविले आहेत (पृ० १४),

---

१—वर्तुळाचा किंवा गोळाचा **व्यास** म्हणजे मध्यबिंदूंतन जाऊन परिघास किंवा पृष्ठभागास दोन्ही अंगांनीं मिळणारी रेषा. २—दोन पदार्थांत एक दुसऱ्याच्या कितीपट आहे हें दाखविणाऱ्या संख्येस त्यांचें **गुणोत्तर** म्हणतात.

त्यांत पृथ्वीचा ठिपका केवढा आहे पहा. तो स्पष्ट दिसावा म्हणून अमळ मोठा काढिला आहे. वस्तुतः त्या आकृतींत पृथ्वीला थाराच नाहीं म्हटलें तरी चालेल. मग चंद्रास कोठचा!

चित्रांक १, ३, ४ ह्यांत ग्रहादिकांच्या गोलांचे आकार सपाटीवर काढिले आहेत. चित्रांक ४ यांत चंद्राचा व्यास जेवढा दाखविला आहे तेवढ्या व्यासाचा एक आंवळा घ्या, आणि पृथ्वीचा व्यास दाखविला आहे तेवढ्या व्यासाचें एक लिंबू घ्या, म्हणजे चंद्र आणि पृथ्वी यांच्या आकारांची बरोबर कल्पना होईल. गोलांचीं चित्रें सपाटीवर काढिलीं असतात, त्यांच्या आकाराची कल्पना असें केल्यानें बरोबर मनांत येते.

पृथ्वीच्या पृष्ठाचें क्षेत्रफळ म्हणजे पृथ्वीचें पृष्ठफल चंद्राच्या सुमारें १३ पट आहे. म्हणजे चंद्रावर जेवढी जागा आहे त्याच्या १३ पट पृथ्वीवर आहे. चंद्राच्या आकाराच्या सुमारें ४९ पट पृथ्वी मोठी आहे. आणि चंद्राच्या ८१ पट पृथ्वीचें वजन आहे. दोन गोलांचे व्यास ठाऊक असले तर त्यांचीं पृष्ठफळें आणि आकार म्हणजे घनफळें ह्यांची तुलना करितां येते. प्रत्येकाच्या व्यासाचा वर्ग व घन करावा म्हणजे एकाच्या किती पट दुसरा हें समजेल. एका गोलाच्या व्यासाच्या ५ पट दुसऱ्याचा व्यास आहे, तर एकाच्या व्यासाच्या पृष्ठफळाच्या २५ पट दुसऱ्याचें पृष्ठफल आहे, आणि १२५ पट घनफळ आहे, असें समजावें. हें गणिताच्या भाषेनें असें म्हणतात कीं " गोलांचीं पृष्ठें व्यासांच्या वर्गांशीं प्रमाणांत असतात; आणि घनफळें घनांशीं प्रमाणांत असतात. "

चंद्राच्या ४९ पट पृथ्वीचा आकार आहे, तर वजनही तितके पट असलें पाहिजे, असें मनांत येईल. दोन्ही गोलांची घनता सारखी असती तर तसें झालें असतें. परंतु दोहोंची घनता सारखी नाहीं. पृथ्वीच्या निम्मेहून किंचित्

१—एकाद्या संख्येला तिनेंच गुणिलें म्हणजे तिचा **वर्ग** होतो, आणि वर्गाला तिनें गुणिलें म्हणजे तिचा **घन** होतो. पांचाचा वर्ग २५ होतो, आणि घन १२५ होतो. गोलाचें **पृष्ठफल** काढणें तर गोलाचा व्यास आणि परिघ यांचा गुणाकार करावा. **घनफळ** काढणें तर व्यासाच्या घनाला ३.१४१६ ह्यांनीं गुणून सहानीं भागावें. व्यासाची ३.१४१६ पट केली म्हणजे **परिघ** निघतो. स्थूलमानानें म्हटलें तर व्यासाच्या तिपटीहून थोडासा जास्त परिघ असतो. २—**घनता** म्हणजे प्रकृत्यंशांचा दाटपणा. पदार्थाचे प्रकृत्यंश विरल असले तर घनता शब्दाच्या ऐवजीं **वैरल्य** या शब्दाचा प्रयोग करितात.

जास्त इतकीच म्हणजे पाण्याच्या सुमारें ३॥ पट चंद्राची घनता आहे. आणि अर्थात् इतकेंच त्याचें विशिष्टगुरुत्व आहे. म्हणून चंद्राच्या ८१ पट पृथ्वीचें वजन आहे. चंद्राचा एक तुकडा घेतला आणि तितकेंच पाणी घेतलें तर त्या पाण्याचें जितकें वजन भरेल त्याच्या सुमारें ३॥ पट वजन त्या तुकड्याचें भरेल. हें चंद्राचें विशिष्टगुरुत्व होय.

आपण कोणताही गोल पाहिला असतां त्याचा अर्धा भाग मात्र आपल्यास दिसतो. त्याप्रमाणें सूर्यास चंद्राचें अर्ध मात्र दिसतें. जें अर्ध दिसतें त्यावर प्रकाश असतो. आणि त्यापैकीं जितका भाग आपल्याकडे असेल तितका आपल्यास प्रकाश दिसतो. चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतां फिरतां एकदां पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यामध्यें असतो, तेव्हां त्याचें प्रकाशित अर्ध सगळें सूर्याकडे असतें. या वेळीं अमावास्या होते. पुढें चंद्र पूर्वेकडे जात चालला म्हणजे त्याचा अधिकाधिक प्रकाशित भाग आपल्याकडे होतो. पूर्णिमेच्या रात्रीं तो व सूर्य यांच्यामध्यें आपण असतों, म्हणून त्याचा सगळा प्रकाशित भाग आपल्याकडे असतो. यामुळें तो आपल्यास पूर्ण दिसतो. पुढें तो आणखी पूर्वेस जातो तसतसें त्याचें बिंब पश्चिमेकडून क्रमानें अधिकाधिक अप्रकाशित दिसूं लागतें. याप्रमाणें त्याच्या कला जास्तीकमी होतात.

अमावास्येच्या दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या दिवशीं चंद्रदर्शन होतें, तेव्हां चंद्राची अगदीं बारीक कोर दिसत असते. तिच्या टोंकांची त्या वेळीं फार मौज दिसते. त्या टोंकांस **शृंगें** म्हणतात. अमुक शृंग उंच दिसलें म्हणजे महर्घता किंवा स्वस्तता होईल वगैरे समजुती आहेत. कोणतें टोंक उंच दिसावें हें आपल्यास सहज समजेल. चंद्राच्या ज्या अंगास सूर्य असतो तें अंग प्रकाशित असतें. अर्थात् त्याच्या उलट बाजूस शृंगें असतात. चंद्रदर्शनाच्या दिवशीं सूर्य जेथें मावळतो, त्याच्या वर अगदीं समोरच चंद्र असला तर दोन्ही शृंगें

१–पृथ्वीची घनता पाण्याच्या ५$\frac{1}{3}$ पट आहे. २–विशिष्टगुरुत्व या शब्दाचा अर्थ विशेष प्रकारचें वजन असा आहे. तें काढण्यास पाण्याहून घन अशा पदार्थांचें वजन पाण्याच्या वजनाशीं ताडून पाहतात. अशा पदार्थांची घनताही पाण्याशींच ताडून पहातात. एकादा पदार्थ आणि पाणी हीं सारख्या आकाराचीं घेऊन त्यांचें वजन केलें असतां पाण्याच्या जितके पट त्या पदार्थांचें वजन भरतें त्यास त्याचें **विशिष्टगुरुत्व** म्हणतात. पदार्थांची घनता कमजास्त असेल त्याप्रमाणें त्याचें वजन कमजास्त भरतें. अर्थात् एकादा पदार्थ पाण्याच्या जितके पट घन असेल तितकेंच त्याचें विशिष्टगुरुत्व भरतें.

सारखीं उंच दिसतात. सूर्याच्या उत्तरेस चंद्र असला तर दक्षिणचें टोंक उंच दिसेल, उत्तरचें खालीं दिसेल. याप्रमाणें दक्षिणेस चंद्र असला तर दक्षिण टोंक खालीं व उत्तरचें उंच दिसेल. इंग्लंद वगैरे देशांत कधीं चंद्र इतका बाजूस उगवतो कीं त्याच्या एका शृंगाच्या अगदीं समोर वर दुसरें शृंग दिसतें. वद्य त्रयोदशीचतुर्दशीच्या सुमारास चंद्र पहाटेस सूर्योदयापूर्वीं दिसतो, तेव्हांही असेंच होतें. सूर्य जिकडे असेल तिकडचा भाग प्रकाशित दिसून त्याच्या उलट बाजूस शृंगें दिसतात.

चंद्राच्या कला वाढूं लागल्यापासून सुमारें १५ दिवसांनीं तो पूर्ण होतो. चंद्र एकदां पूर्ण झाल्यापासून पुन्हां होईपर्यंत किंवा एका रात्रीं मुळींच न दिसल्यापासून पुन्हा दिसेनासा होईपर्यंत सुमारें ३० दिवस जातात. इतक्या काळास **चांद्रमास** म्हणतात*. कारण तो चंद्राच्या योगानें समजतो. दिवस समजण्याचें स्वाभाविक साधन जसें सूर्योदय, तसें चंद्राचें पूर्ण होणें किंवा अगदीं न दिसणें हें चांद्रमास समजण्यास स्वाभाविक साधन आहे. यामुळें जगांत हा मास प्रथम प्रचारांत आला असला पाहिजे. इतर प्रकारचे मास मागाहून प्रचारांत आले. महिन्याहून मोठें कालाचें ईश्वरनिर्मित माप म्हटलें म्हणजे एकदां पावसाळा किंवा एकादा ऋतु आल्यापासून पुन्हा तो ऋतु येईपर्यंत जाणारा काल. ह्या कालास **वर्ष** म्हणतात. हा शब्द वर्ष म्हणजे वृष्टि यावरून झाला आहे. हें वर्ष सूर्यापासून समजतें, म्हणून ह्यास **सौरवर्ष** म्हणतात. आणि त्याच्या बाराव्या भागाला **सौरमास** म्हणतात. सुमारें १२ चांद्रमासांनीं वर्ष होतें, असें प्रथम मनुष्यास वाटलें असावें. परंतु सूक्ष्मपणें पाहतां १२ मासांहून सुमारें ११ दिवस जास्त लागूं लागले, म्हणून कांहीं लोक मध्यें एक अधिक मास घालून सौरवर्षाशीं मेळ ठेवूं लागले. प्राचीन खाल्डियन लोकांत चांद्रमानाचें प्राधान्य होतें. मुसलमानांत अजूनही आहे. ते बारा चांद्रमासांचेंच वर्ष धरितात. आह्मी अधिकमास धरून चांद्र आणि सौर या दोहोंचा मेळ ठेवितों. युरोपियन लोक चांद्रमास हल्लीं मुळींच धरीत नाहींत. सौरमास घेतात. असो, यावरून अति प्राचीन काळीं चंद्र हा कालगणनाचें स्वाभाविक साधन कसा झाला हें दिसून येईल. तसेंच ज्योतिःशास्त्राकडे मनुष्याचें लक्ष लागण्यास मुख्य कारण चंद्रच होय.

---

* एकदां पूर्णिमा किंवा अमावास्या झाल्यापासून पुढें ५९ दिवसांत दोन पूर्णिमा किंवा अमावास्या होतात. म्हणजे चांद्रमासाचें मान सुमारें २९॥ दिवस आहे.

चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरत फिरत सूर्याभोंवतीं फिरतो. नक्षत्रांतून त्याची एक प्रदक्षिणा सुमारें २७। दिवसांत होते असें मागें सांगितलें. पृथ्वी स्थिर असती तर इतक्याच काळांत चंद्राची पृथ्वीप्रदक्षिणा झाली असती. परंतु इतक्या काळांत पृथ्वी थोडीशी पुढें जाते. म्हणून प्रदक्षिणेस सुमारें २९॥ दिवस लागतात. अमावास्या किंवा पूर्णिमा यांवरून एक प्रदक्षिणा झाली असें समजतें. अमावास्येला आपण व सूर्य यांच्या मध्यें तो असतो. पृथ्वीवरून पाहणारास सूर्य व दुसरें एकादें खस्थ तेज हीं एकदां एके ठिकाणीं दिसल्यापासून पुन्हा दिसत पर्यंत जी त्या दुसऱ्या तेजाची प्रदक्षिणा होते तिला **अमाप्रदक्षिणा** म्हणतात.

पृथ्वीभोंवतीं चंद्र जितक्या कालांत फिरतो तितक्याच कालांत तो आपल्या आंसाभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करितो. यामुळें असा चमत्कार होतो कीं, चंद्राचा अर्धा भाग मात्र आपल्यास नेहमीं दिसतो. अर्धा मुळींच दिसत नाहीं. चंद्राकडे सूक्ष्म रीतीनें पाहिलें असतां सामान्यतः त्याजवरील डाग नेहमीं जेथल्या तेथेंच दिसत असतात, यावरून ही गोष्ट सिद्ध होते. जसें चंद्राचें एक अर्ध आपल्यास दिसत नाहीं, त्याचप्रमाणें त्या अर्धावर पृथ्वी दिसत नाहीं. तेथें जर कोणी लोक असले तर त्यांच्या नशीबीं पृथ्वीचें दर्शन नाहीं. एक बारीक सळई घेऊन तिचें एक टोंक एका आंवळ्यांत रोंवावें, आणि दुसरें टोंक एका लिंबांत रोंवावें. नंतर लिंबू सैल धरून त्याभोंवतीं आंवळा फिरवावा. म्हणजे जसा आंवळ्याचा तोच तोच भाग लिंबावरून पहाणारास दिसेल, त्याप्रमाणें चंद्राचा दिसतो. चंद्र जर स्थिर असता तर त्याचे निरनिराळे भाग पृथ्वीवरील लोकांस दिसले असते.

सामान्यतः चंद्राचें एकच अर्ध आपल्यास दिसतें असें वर सांगितलें. परंतु चंद्रबिंबास थोडेंसें आंदोलन आहे. यामुळें जें अर्ध आपणास नेहमीं दिसतें त्याच्या उत्तरेकडील किंवा दक्षिणेकडील थोडासा भाग, आणि पूर्वेकडील व पश्चिमेकडील थोडासा भाग क्रमानें दिसतो. ह्यामुळें चंद्राचा निमेहून सुमारें एकदशांश जास्त भाग आपणास कधीं कधीं दिसतो.

चंद्राला आंसाभोंवतीं फिरण्यास २९॥ दिवस लागतात, यामुळें आणखी एक चमत्कार होतो. पृथ्वी २४ तासांत अक्षप्रदक्षिणा करिते, म्हणून पृथ्वीवर २४ तासांचें अहोरात्र असतें. एकदां सूर्य उगवल्यापासून पुन्हा उगवेपर्यंत २४ तास लागतात. याच्या २९॥ पट चंद्रावरील अहोरात्र आहे. त्यांत आपल्या सुमारें १४॥। दिवसांइतका चंद्राचा दिवस आणि तेवढीच रात्र. १९

पश्चिम कड आपणास प्रकाशित दिसते. म्हणजे त्या दिवशीं तेथें सूर्योदय होतो. पूर्णिमा होईपर्यंत ती कड प्रकाशितच असते; अर्थात् तेथें दिवस असतो. पूर्णिमेच्या दुसऱ्या दिवशीं ती कड अप्रकाशित होते; त्या दिवशीं तेथें सूर्य मावळतो. ह्याप्रमाणें सर्व भागांवर होतें.

आपले पितृगण चंद्रलोकावर राहतात, म्हणूनच आमचे १५ दिवस तो पितरांचा एक दिवस होतो.

चंद्राच्या आकाशांत १५ दिवस एकसारखा सूर्य प्रकाशित असतो. त्यामुळें चंद्रावर तेव्हां उष्णता किती उत्पन्न होत असेल ह्याची कल्पना करावी. उन्हाळ्यांत आपलेकडे फार तर १३ तास सूर्य दिसतो, तरी उष्णता असह्य होते. मग पंधरा दिवसांनीं काय अवस्था व्हावयाची! दिवसास उष्णता अत्यंत तर रात्रीं थंडीहि तशीच. सूर्य मावळल्यावर दिवसास जमलेली उष्णता लवकरच नाहींशी होते. आणि मग इतकी थंडी पडते कीं, आपल्यास तिची कल्पनाहि करतां येणार नाहीं.

चंद्राचा जो भाग सर्वकाल आपणास दिसतो तेथें पृथ्वीहि सर्वकाल दिसत असली पाहिजे हें उघड आहे. तेथें आपले १५ दिवस रात्र असते तेव्हां पृथ्वीचा प्रकाश पडतो. आपल्यास जसें चंद्राचें चांदणें तसें चंद्रावर कोणी असले व त्यांनीं पृथ्वीच्या प्रकाशास चांदणें म्हटलें तर त्यांस १५ दिवस एकसारखें चांदणें मिळतें. शुक्लपक्षीं आरंभीं चारपांच रात्रीं चंद्राचा कांहीं भाग प्रकाशित दिसतो, तेव्हां त्याच्या वर्तुळाचा बाकीचाही भाग फिकट दिसत असतो. पृथ्वीचा प्रकाश चंद्रावर पडून त्याचें परावर्तन आपलेकडे होतें म्हणून तो दिसतो. चंद्राच्या कलांची वृद्धि आणि क्षय आपणास दिसतो त्याप्रमाणें पृथ्वीला वृद्धिक्षय चंद्रावर दिसतो. आपल्यास चंद्रकलांची वृद्धि होते, तेव्हां चंद्रावर पृथ्वीच्या कलांचा क्षय होतो. यामुळें शुक्लषष्ठीपुढें चंद्राचा अप्रकाशित भाग दिसत नाहीं.

आपल्यास चंद्र जेवढा दिसतो त्याच्या १३ पट मोठी पृथ्वी चंद्रावर दिसते. पूर्णिमेच्या चंद्राच्या १३ पट चंद्र आपल्याम दिसला तर केवढी विलक्षण मौज दिसेल! आणि त्याचें चांदणें तरी किती लख्ख पडेल? हें सर्व चंद्राच्या अर्ध्या भागावर मात्र दिसतें. दुसऱ्या अर्धावर प्रत्येक ठिकाणीं १५ दिवस अगदीं काळोख!

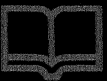
रात्रीस सर्वदा चांदणें असलें तर काय बहार होईल असें सकृद्दर्शनीं वाटतें. परंतु तसें होण्यास चंद्र नेहमीं सूर्य मावळल्याबरोबर उगवला पाहिजे. म्हणजे त्याची गति सूर्याइतकी मंद झाली पाहिजे. हल्लींच्या चौपट अंतरावर तो असेल तर तो सूर्याइतका सावकाश फिरेल. परंतु चौपट अंतरावर हल्लींच्या इतका मोठा दिसण्यास त्याचा व्यास चौपट झाला पाहिजे. इतका मोठा चंद्र झाला तर तो जड होईल. आणि त्याच्या गतींत फरक पडेल. सूर्याइतकी त्याची गति झाली असतां पुष्कळ तोटे होतील. एकंदरींत विचार करून ज्योतिष्यांनीं असें ठरविलें आहे कीं, आहे हीच स्थिति संभवनीय व सोईची आहे. रोज रात्रभर चंद्र दिसता तर ज्योतिष्यांची फारच गैरसोय झाली असती. चांदण्यामुळें बारीक तारा वगैरे दिसल्या नसत्या; आणि त्यांसंबंधें जें अगाध ज्ञान आज झालें आहे त्यास आपण मुकलों असतों.

अंक २.

एवढा वेळ आपण चंद्राबद्दल विचार बहुतेक येथूनच केला. आतां प्रत्यक्ष चंद्रावर जाऊन तेथें कशी काय स्थिति आहे हें पाहूं. आपले पितृगण तेथें असल्यास त्यांचेंही आपल्यास दर्शन होईल. कल्पनातरंगाबरोबर वहात वहात मनुष्य अनेक वेळां चंद्रावर जाऊन आला आहे. मनुष्यानें तोफेंत बसून चंद्रावर स्वारी केली आणि तेथून बातमी आणिली असें १८ वर्षांपूर्वीं वर्तमानपत्रांत पुष्कळांनीं वाचलेंच असेल*. खरोखरच अशी गोष्ट असती तर काय पाहिजे होतें! मनुष्य सप्त स्वर्गांतूनही देहासहवर्तमान जाऊन आला असता. त्रिशंकूसारखी यातायात त्यास पडली नसती, आणि त्यासारखें लोंबतही रहावें लागतें ना. परंतु आजच्या दृष्टीस तरी ही गोष्ट अशक्य आहे.

मनुष्याला चंद्राकडे जाववत नाहीं, तर त्यानें आपल्या प्रभावानें चंद्रालाच जवळ आणिलें आहे. ४० मैलांवर चंद्र आला असतां जसा दिसेल तसा दिसण्याजोगी हर्शलची एक दुर्बीण होती. हल्लीं ऐर्लंदांतही तशी एक दुर्बीण आहे. परंतु इतका जवळ चंद्र दिसण्यास हवेच्या वगैरे अनेक अडचणी येतात. साधारणतः २०० पासून ९०० मैल अंतरावरून चंद्र जसा दिसेल

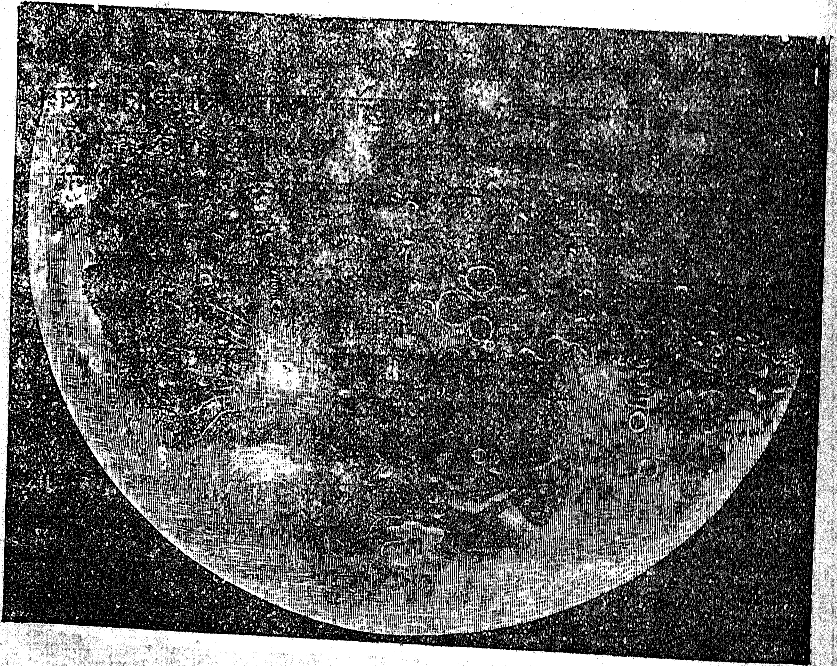
* निबंधमाला, लोकभ्रम, कलम ८.



तितपत हल्लीं दुर्बिणींतून पाहतां येतो. अडीच लक्ष मैलांवरचा चंद्र अडीचशें मैलांवर आला तरी कांहीं सामान्य गोष्ट नव्हे.

दुर्बिणीची युक्ति निघण्यापूर्वीं चंद्राच्या पृष्ठभागाचें स्वरूप कसें आहे याविषयीं निरनिराळ्या देशांतल्या अनेक विद्वानांच्या अनेक कल्पना होत्या. चंद्रावर ससा आहे इत्यादि कविप्रतिभातरंग, आणि जो भाग अधिक प्रकाशित दिसतो तेथें पाणी असावें इत्यादिक तात्त्विक विचार या सर्व केवळ कल्पनाच होत. महाभारत भीष्मपर्व अ० ६ यांत असें वर्णन आहे कीं, "आरशामध्यें आपलें तोंड दिसतें त्याप्रमाणें पृथ्वीवरील सुदर्शन नामक द्वीपाचें प्रतिबिंब चंद्रमंडलांत दिसतें. त्याच्या दोन अंशांत पिंपळ आहे, आणि दोन भागांत मोठा ससा आहे. याच्या भोंवतालीं औषधींचा समुदाय आहे, आणि बाकी सर्व पाणी आहे." कांहीं अंशीं अशाच प्रकारची कल्पना प्रसिद्ध ग्रीक तत्त्ववेत्ता आरिस्टॉटल याची होती.

प



पूर्व

चित्रांक ५—दुर्बिणींतून पाहिलेला कृष्णसप्तमीचा चंद्र.

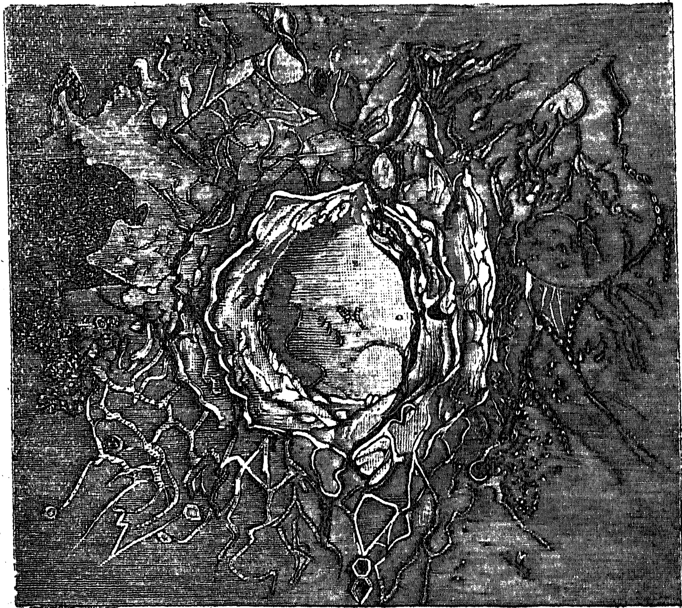
नुसत्या डोळ्यांनीं चंद्र इतका आल्हादकारक दिसतो, तो दुर्बिणींतून फारच मनोहर दिसत असेल हें उघड आहे. दुर्बिणींतून पूर्णचंद्र पाहण्याची फार मौज आहेच. परंतु त्याहूनही अधिक मौज शुक्ल किंवा कृष्ण अष्टमीच्या सुमाराचा चंद्र पाहण्याची आहे. त्याचें तें तेजःपुंज बिंब, सुवर्णाहूनही विलक्षण तेजस्वी असा त्याचा प्रकाश, मधून मधून काळसर प्रदेश, त्यांत मध्येंच एकादा मोठा प्रकाशित ठिपका असून त्यापासून किरणांच्या हजारों रेघा फुटून दिसणारें चक्र, आणि या सर्वांहूनही मनोवेधक अशीं बिंबाच्या अप्रकाशित भागाकडे पसरलेलीं लहान लहान दाट तेजोवलयें, जीं मधल्या व भोंवतालच्या काळसरपणामुळें विशेषच चमकत असतात, हें सर्व पाहत असतां चंद्रावरून दृष्टि हालवूं नये असें वाटतें. कृष्णसप्तमीच्या चंद्राचा एक प्रकाशलेख चित्रांक ९ यांत आहे, त्यावरून या शोभेची कांहींशी कल्पना होईल.

चंद्रावर कांहीं डोंगराच्या रांगा आहेत; कांहीं शांत झालेलीं ज्वालामुखें निरनिराळीं पसरलेलीं आहेत; व कांहीं प्रदेश सपाट आहे. जेथें बिंब काळसर दिसतें, तेथील प्रदेश चकचकीत प्रदेशापेक्षां सपाट आहे. तरी अगदीं सपाट आहे असें नाहीं, त्यावरही उंचवटे आहेतच. परंतु ते इतर प्रदेशांतील उंचवट्यांपेक्षां पुष्कळ ठेंगणे आहेत. नुसत्या डोळ्यांनीं चंद्रावरील कांहीं प्रदेश काळसर व कांहीं पांढरा दिसतो. हा फरक मुख्यतः त्या प्रदेशांचीं घटकद्रव्यें भिन्न रंगांचीं आहेत यामुळें आहे. सपाट प्रदेशावर पूर्वीं समुद्र होता असें कांहींचें मत आहे. सांप्रत चंद्रावर पाणी नाहीं.

चंद्राचा प्रकाशित भाग आणि अप्रकाशित भाग ह्यांच्या सांध्यावर लहान लहान तेजस्वी ठिपके दिसतात. ते चित्रांक ९ यांतही दिसत आहेत. हे ठिपके हीं पर्वतांचीं शिखरें आहेत. सूर्यकिरणांच्या योगानें चंद्राचा कांहीं भाग प्रकाशित झाल्यावर त्या प्रकाशित भागाच्या कडेच्या पलीकडे जी सपाट किंवा खोलगट जमीन असेल तिजवर सूर्याचा प्रकाश जात नाहीं, परंतु तिजवर जे उंचवटे असतात त्यांच्या शिखरावर सूर्यप्रकाश पोंचतो. आणि तीं शिखरें व प्रकाशित भाग ह्यांच्या मधला जो अप्रकाशित भाग, तो चंद्रावर वातावरण नसल्यामुळें अगदींच काळा दिसून, काळ्याच्या शेजारीं पांढरा वर्ण विशेष तेजस्वी दिसतो त्याप्रमाणें तीं प्रकाशित शिखरें विशेष तेजस्वी दिसतात. चंद्राचा प्रकाशित भाग आणि अप्रकाशित भाग ह्यांच्या संधिरेषेवरचीं शिखरें पाहिलीं असतां चंद्राचा पृष्ठभाग किती उंचसखल आहे हें समजेल. कंकण

किंवा खग्रास सूर्यग्रहणांत चंद्राच्या परिघावरही असे उंचवटे दिसतात. ते मण्यांच्या माळेसारखे शोभतात.

चंद्रबिंबाचे नकाशे काढण्याविषयीं आजपर्यंत अनेक प्रयत्न झाले आहेत. त्यांत विश्वसनीय असे नकाशे ह्याच शतकांत तयार झाले. इ० सन १८३७ मध्यें **बिअर** आणि **माडलर** यांचा उत्कृष्ट नकाशा प्रसिद्ध झाला. त्यांत त्यांनीं चंद्रावरील ९१९ ठिकाणांचीं स्थानें निश्चित केलीं आहेत, आणि १०९५ उंचवट्यांच्या उंच्या ठरविल्या आहेत. डोंगर इत्यादिक सुमारें ६०० ठिकाणांस त्यांनीं नांवें दिली आहेत. तीं नांवें प्रख्यात ज्योतिषी, तत्त्ववेत्ते, प्रवासी, इत्यादिकांचीं आहेत. सर्वांत उंच जो पर्वत आहे त्याचें नांव **न्यूटन** ठेविलें आहे. त्याची उंची बिअर आणि माडलर यांच्या मतें २४००० फूट म्हणजे सुमारें ४॥ मैल आहे. चंद्रावरील पर्वतांच्या एका बाजूस सूर्य उगवलेला असला म्हणजे त्यांची छाया पडलेली दिसते. तिजवरून त्यांची उंची मोजतां येते. इ० स० १८४० पासून चंद्राचे प्रकाशलेखही निघूं लागले आहेत.



चित्रांक ६—चंद्रावरील एका ज्वलत्पर्वताचें मुख.

चंद्रावरील उंचवट्यांचें स्वरूप पृथ्वीवरील उंचवट्यांच्या स्वरूपाहून नि-

राळें आहे. त्यांच्या कांहीं रांगा आहेत. तथापि निरनिराळे पसरलेले ज्वालामुखी फार आहेत. पृथ्वीपेक्षां चंद्रावर ज्वालामुखी पर्वत फारच मोठमोठाले आहेत. ते सर्व सांप्रत शांत झालेले आहेत. कांहीं लहान लहान डोंगर निरनिराळे पसरलेले आहेत. कांहीं पर्वतांचीं पाठारें सपाट असून त्यांच्या भोंवतीं लहान लहान कडे आहेत. ह्या पाठारांवर कोठें कोठें शंक्काकृति उंचवटे आहेत. कांहींवर एकच उंचवटा आहे. कांहींचीं पाठारें खोलगट आहेत. चिखल किंवा कमावलेला चुना सपाट पसरलेला असून त्यावर लहानसा दगड मारला असतां जशी आकृति दिसते त्याप्रमाणें चंद्रावरील उंचवट्यांची आकृति सामान्यतः दिसते.

कोपर्निकस नांवाचा चंद्रावरील एक ज्वालामुखी पर्वत दुर्बिणींतून जसा दिसतो तसा चित्रांक ६ यांत आहे. तें चित्र किती मनोहर दिसतें ! त्यांत ज्वालामुखाचीं चिन्हें सहज दिसतात. कोपर्निकस हा फार मोठ्या ज्वालामुखांपैकीं आहे. ह्याचे उत्तराक्षांश ९ व पूर्वरेखांश १९ आहेत. ह्या पर्वताच्या मध्यभागीं सपाट जागा असून तिच्या भोंवतीं भिंतीचा कोट दिसतो. त्याचा व्यास सुमारें ५० मैल आहे. व कोटाची भिंत बाहेरच्या प्रदेशाच्या सपाटीपेक्षां सुमारें ११००० फूट उंच आहे. ती सर्व ठिकाणीं सारखी उंच नाहीं. कोठें १२ किंवा १३ हजार फूट उंच आहे. भिंतीच्या बाहेरच्या जागेपेक्षां आंतील सपाट जागा बरीच उंच आहे. व तिजवर ६ सुळके आहेत. शुक्ल अष्टमीनंतर कोपर्निकस दिसूं लागतो. दुर्बिणींतून तो फार मनोहर दिसतो. त्याचा कोट मोत्यांच्या माळेसारखा दिसतो. अंक ५ च्या चित्रांतही हा ज्वालामुखी आला आहे. त्यांत काळसर प्रदेशाच्या मध्यभागीं दोन प्रकाशित जागा दिसतात, त्यांतली पश्चिमची बरीच मोठी असून तींतून चोहोंकडे प्रकाशित रेघा पसरल्या आहेत, तो कोपर्निकस होय. नुसत्या डोळ्यांनींही हा चांगला दिसतो.

चंद्रपृष्ठावर ज्वालामुखीच्या आकाराचे सुमारें ३३ हजार लहान मोठे डोंगर आहेत. मोठ्या दुर्बिणींतून तर याहून जास्त दिसतात. लहानशा पृष्ठभागावर इतके हे सर्व केव्हां तरी एकदम जागृतावस्थेंत असणें असंभवनीय दिसतें, व यावरून हे ज्वालामुखी नव्हत, असें कोणाचें म्हणणें आहे.

चंद्रपृष्ठावर कोठें कोठें मोठ्या भेगा दिसतात. प्राचीन युगांत केव्हां तरी चंद्राचा पृष्ठभाग ओला असावा, आणि तो सुकतांना ह्या भेगा पडल्या असाव्या. ह्याशिवाय चंद्राचें एक विलक्षण स्वरूप म्हटलें म्हणजे त्यावरील ए-

काद्या पर्वतापासून अरीभवन* पावणाऱ्या पांढऱ्या लांब रेषा हें होय. टायको ज्वालामुखांतून तर ह्या रेषा फार निघतात. ह्यांतल्या कांहीं रेषा हजार मैल लांब आहेत. प्राचीन कालीं चंद्रपृष्ठाला केव्हां तरी भेगा पडल्या असाव्या. व पुढें आंतून कांहीं पांढरा पदार्थ निघून त्यानें त्या भरल्या असाव्या असें दिसतें. टायको शिखर चंद्राच्या दक्षिण टोंकाकडे आहे. पूर्णिमेच्या रात्रीं हें सहज ओळखितां येतें. इतर कांहीं पर्वतांपासून देखील अशा कांहीं रेषा निघालेल्या दिसतात.

चंद्रावर वातावरण नाहीं असें मागें सांगितलें तें वाचून वाचकांस चमत्कार वाटेल. परंतु वास्तविकच तशी गोष्ट आहे. याविषयीं प्रमाणें देण्यापूर्वीं वातावरणाचे कांहीं धर्म आणि आपल्या पृथ्वीच्या वातावरणांत घडणारे कांहीं चमत्कार आपण पाहूं. वातावरणाच्या अंगीं प्रकाशकिरणांचें वक्रीभवन आणि परावर्तन करण्याचा धर्म असतो. किरण एका पारदर्शक पदार्थांतून त्याहून घन किंवा पातळ अशा दुसऱ्या पारदर्शक पदार्थांत जातांना किंचित् वांकडे होतात ह्यास **वक्रीभवन** म्हणतात. एकाद्या सरळ काठीचा कांहीं भाग पाण्यांत घालून पाण्यावर धरिला असतां काठी वांकडी झालेली दृष्टीस पडते. कोणत्याही पदार्थाचा प्रकाश आपल्या डोळ्यांत येतो, तेव्हां तो पदार्थ आपल्यास दिसतो. अंधकारांत असलेल्या पदार्थाचा प्रकाश आपल्या डोळ्यांत येत नाहीं, म्हणून तो पदार्थ आपल्यास दिसत नाहीं. पाण्यांतल्या काठीचा प्रकाश डोळ्यांकडे येतो, तेव्हां पाण्यांतून हवेंत शिरतांना वक्रीभवन पावतो, म्हणून काठी वांकडी दिसते. चंद्र, सूर्य, तारा, ह्यांचे किरण आपल्याकडे येतात ते वातावरणांत शिरतांना खालीं वांकतात. शेवटीं ते किरण आपल्या डोळ्यांत ज्या रेषेनें येतात त्या रेषेंत चंद्रादिक दिसतात. वक्रीभवनामुळें सर्व खस्थ ज्योति त्यांच्या वास्तविक स्थानाच्या किंचित् वर दिसतात. क्षीतिजांत हें वक्रीभवन फार म्हणजे सुमारें ३४ कला होतें. सूर्यादिक जसे जसे वर येतात तसतसें त्यांचें वक्रीभवन कमी होतें. खस्वस्तिकीं मुळींच होत नाहीं.

चंद्रसूर्य उगवतात मावळतात, तेव्हां त्यांच्या वरच्या कडेपेक्षां खालच्या कडेचें वक्रीभवन जास्त होतें. यामुळें त्यांचा पूर्वपश्चिम व्यास दक्षिणोत्तर व्या-

* **अर** म्हणजे चाकाचा रवा. चाकाचे रवे जसे मधल्या भागापासून सरळ बाहेर पडतात, तसे प्रकाश, उष्णता इत्यादिकांचें किरण एका बिंदूपासून सरळ रेषांनीं चोहोंकडे बाहेर पडतात, ह्यास **अरीभवन** म्हणतात.

साहून कमी दिसतो. आणि ते भिंतीशीं टेंकलेल्या एकाद्या लोडाप्रमाणें डावे उजवेकडे लांबाळे दिसतात. समुद्रकांठीं सूर्य मावळतांना त्यांचा आकार कांहीं विलक्षण दिसतो तो वक्रीभवनामुळें दिसतो.

सूर्यचंद्र उगवतां मावळतांना तांबडे दिसतात याचें कारण असें आहे कीं, ते मध्यावर असतात तेव्हांपेक्षां क्षितिजांत असतांना त्यांच्या किरणांस वातावरणांतून लांबीचा पल्ला मारावा लागतो; आणि जमिनीच्या पृष्ठभागाजवळच्या दाट हवेंतून यावें लागतें. अशा वेळीं किरणांत जे निरनिराळे रंग आहेत त्यांपैकीं तांबड्याखेरीज बाकीच्यांचें तेज कमी होतें किंवा ते अगदींच लोपतात. आणि तांबडे किरण मात्र आपलेकडे येतात. यामुळें चंद्रसूर्य लाल दिसतात. एकादे वेळीं क्षितिजांत अभ्रें असलीं तर ते फारच लाल दिसतात.

प्रकाशाचे किरण अपारदर्शक पदार्थावर पडले असतां त्यांतून पलीकडे न जातां मागें वळतात, ह्यास **परावर्तन** म्हणतात. परावर्तनाचें उत्कृष्ट उदाहरण आरसा हें आहे. आरशांत आपलें तोंड दिसतें हें किरणांच्या परावर्तनामुळेंच होतें. संधिप्रकाश परावर्तनामुळेंच पडतो.

सूर्योदयापूर्वीं व सूर्यास्तानंतर जो उजेड असतो, त्यास **संधिप्रकाश** म्हणतात. पहाटेस जो उजेड दिसतो त्यास **उषा** असेंही म्हणतात. आणि त्या वेळेला **उषःकाल** म्हणतात. पहाटेस उजेड पडण्यास आरंभ झाला, म्हणजे **अरुणोदय** झाला असें म्हणतात. सूर्य रथांत बसतो, त्याचा सारथी अरुण नांवाचा आहे, तो सूर्योदयापूर्वींच कांहीं वेळ अंधकार नाहींसा करितो, अशा कल्पना आहेत. त्यास अनुसरून अरुणोदय झाला असें म्हणण्याची प्रवृत्ति एकदां पडली तीच चालली आहे. वस्तुतः सूर्यास रथ नाहीं आणि सारथीहि नाहीं. पृथ्वीवरील कोणत्याही स्थळीं सूर्य क्षितिजाखालीं असतां त्याचे किरण त्या स्थानीं प्रत्यक्ष पोहोंचत नाहींत, परंतु तो क्षितिजाखालीं १८ अंशांच्या आंत असेल तर त्याचे किरण त्या स्थानाच्या डोक्यावरील वातावरणास पोहोंचतात; आणि तेथून ते त्या स्थानाकडे परावर्तन पावतात. या रीतीनें त्या स्थानीं संधिप्रकाश पडतो. सूर्यास १८ अंश चालावयास जितका काळ लागतो तितका वेळ संधिप्रकाश असतो. विषुववृत्तावर तो ३ घटिका असतो; त्याच्या उत्तरेस व दक्षिणेस उत्तरोत्तर ही मर्यादा वाढते. आपल्या प्रांतांत संधिप्रकाश ३ घटिकांपासून ३॥। घटिकांपर्यंत असतो.

आपण घरांत बसलों असतां, तेथें प्रत्यक्ष ऊन पडलें नसलें तरी आप-

ल्यास कोणताही उद्योग करावयास दिसतें. घराबाहेर सूर्यप्रकाश पडलेला असतो, त्याचें वातावरणांतून परावर्तन होऊन घरांत उजेड पडतो. आपल्या पृथ्वीवर वातावरण आहे, आणि त्यांत किरणपरावर्तन करण्याचा गुण आहे, हा ईश्वराचा केवढा उपकार आहे ! तो आपल्या कधींच मनांत येत नाहीं. परंतु हा गुण नसता तर दिवसासही आपल्यास घरांत दिवे लावावे लागते, अथवा उघड्या जागीं उन्हांत रहावें लागतें.

सूर्यचंद्रांभोंवतीं कधीं कधीं चित्रविचित्र रंगांचें मंडळ दिसतें. तें लहान असलें म्हणजे त्यास खळें म्हणतात, मोठें असलें म्हणजे तळें म्हणतात. संस्कृत भाषेंत ह्यास **परिवेष** किंवा **परिधि** म्हणतात. गुरु, व्याध इत्यादि तेजस्वी ग्रह किंवा तारा ह्यांभोंवतींही कधीं कधीं असे परिवेष दिसतात, परंतु ते लहान असतात. त्यांचा व्यास चार पांच अंशांहून जास्त नसतो. चंद्राभोंवतींही असे लहान परिवेष कधीं कधीं दिसतात. व कधीं कधीं सूर्याभोंवतींही पडतात, परंतु त्याच्या तेजस्वितेमुळें ते फारसे दिसत नाहींत. कधीं कधीं चंद्र सूर्याभोंवतीं १२, २२॥, ३०, ३८, ४१, ४५, ४६ इतके अंश व्यासाचा परिवेष पडतो; आणि कधीं तर ९० अंश व्यासाचा पडतो; म्हणजे तो खस्वस्तिकापासून क्षितिजापर्यंत पसरलेला असतो. कधीं एकाबाहेर एक असे दोन समकेंद्र[1] परिवेष दिसतात. कदाचित् तीनही दिसतात. त्यांतील आंतल्याचा व्यास सुमारें २ पासून ४ अंशपर्यंत असतो. त्याच्या दुप्पट दुसऱ्याचा असतो. आणि बाहेरच्याचा तिप्पट असतो. परिवेषाचे रंग इंद्रधनुष्याच्या रंगांपेक्षां फिके असतात, व त्यांचा क्रमही निराळा असतो. आंतल्या अंगास बहुधा तांबडा रंग असतो. आणि बाहेरून फिकट निळा किंवा फिकट तांबडा असतो. सर्व परिवेषांचे रंग सर्वकाळ एकाच क्रमानें असतात असें नाहीं. तांबडा, पिंवळा, पांढरा, निळा, जांभळा, हिरवा इत्यादि रंग निरनिराळ्या परिवेषांत निरनिराळ्या क्रमानें असतात. व एक रंग संपून दुसरा कोठें लागतो हें स्पष्ट समजत नाहीं.

वातावरणांत उच्च प्रदेशीं बर्फाचे किंवा गारांचे सूक्ष्म परशु तरंगत असतात. व आकर्षण आणि वायूचा प्रतिबंध ह्यांच्या योगानें ते निरनिराळ्या दिशांनीं खालीं येत असतात. कधीं कधीं त्यांचा इतर हिमकणांशीं संयोग हो-

---

१—केंद्र म्हणजे वर्तुळाचा मध्यबिंदु. सम म्हणजे समान, म्हणजे एकच आहे केंद्र ज्यांचें ते समकेंद्र.

तो. ह्यांतून प्रकाशकिरण येतांना वक्रीभवन पावतात, यामुळें परिवेष उत्पन्न होतो. कधीं कधीं साधारण मेघांच्या उंचीवरून धुक्याच्या अणूंतून किंवा दाट ढगांतील पाण्याच्या अणूंतून प्रकाशकिरण येतांना अपभवन पावून परिवेष बनतात. इंद्रधनुष्य, पाण्याच्या थेंबांतून किरणांचें वक्रीभवन व परावर्तन झाल्यामुळें पडतें; परिवेष बहुधा बर्फांतून किरणांचें वक्रीभवन होऊन पडतात.

आपल्यासही परिवेष उत्पन्न करितां येतो. थंड हवेंत वाफ पुष्कळ पसरलेली असतां तींत दिवा धरावा, म्हणजे त्याच्या भोंवतीं परिवेष दिसेल. खिडकीच्या भिंगाला आंतून बर्फाचा पातळ लेप करावा, आणि त्यांतून चंद्र किंवा सूर्य पहावा. म्हणजे त्याभोंवतीं परिवेष दिसेल.

ज्या देशांतील हवेंत नेहमीं अभ्र किंवा धुकें असतें, तेथें खळीं फार दिसतात. त्यांतही चंद्रापेक्षां सूर्याभोंवतीं फार दिसतात. उत्तरअमेरिकेंत व रशियांत आठवड्यांत एक दोन सूर्यपरिवेष आणि महिन्यांत एक दोन चंद्रपरिवेष दिसतात. उत्तरेकडील थंड देशांत परिवेष फार दिसतात, उष्णकटिबंधांत उंच व थंड प्रदेशीं असलेल्या अभ्रांत ते होतात.

परिवेष आणि इंद्रधनुष्य ह्यांचें सविस्तर वर्णन वराहमिहिरानें बृहत्संहितेंत ३४ व्या व ३५ व्या अध्यायांत केलें आहे. तसेंच गंधर्वनगर, प्रतिसूर्य, प्रतिसूर्यांची माला, दंड, परिघ इत्यादि चमत्कारही त्यानें सांगितले आहेत. व ह्या सर्वांचीं फलें सांगितलीं आहेत. हे सर्व चमत्कार किरणांचें वक्रीभवन व परावर्तन यामुळें होतात.

सूर्यचंद्र उदय किंवा अस्त पावतांना मोठे दिसतात. हा केवळ दृष्टिभ्रम आहे. या भ्रमानेंच दोन तारांचें अंतर खस्वस्तिकीं जितकें दिसतें त्यापेक्षां क्षितिजांत जास्त दिसतें. वस्तुतः चंद्रबिंब क्षितिजांतल्यापेक्षां खस्वस्तिकीं मोठें होतें. कारण त्या वेळीं त्याचें आपल्यापासून अंतर कमी होतें. ही बिंबवृद्धि सूर्यग्रहणाच्या गणितांत धरिली नाहीं तर ग्रहणकाल चुकतो. यावरून खस्वस्तिकाकडे चंद्र येतो तसतसा मोठा दिसतो हें उघड आहे. सूर्याचेंही अं-

---

१—अप्रकाशित पदार्थांच्या कडेवरून जातांना प्रकाशाचे किरण आपला सरळ मार्ग किंचित् सोडून अप्रकाशित पदार्थांच्या छायेंत जातात, त्यास **अपभवन** म्हणतात. २—बृहत्संहिता अध्याय ३, ३०, ३७. गंधर्वनगर म्हणजे पृथ्वीवरील नगरासारखें आकाशांत नगर दिसतें तें. प्रतिसूर्य म्हणजे सूर्यासारखा दुसरा सूर्य दिसतो तो. दंड म्हणजे मेघांत चित्रविचित्र वर्णांचा काठीसारखा आकार दिसतो तो. परिघ म्हणजे क्षितिजाजवळ सूर्य असतां अभ्रांत एक किंवा अनेक चित्रविचित्र तिर्कस रेषा दिसतात त्या.

तर क्षितिजांतल्यापेक्षां खस्वस्तिकीं कमी होतें. परंतु हा कमीपणा सूर्याच्या अति मोठ्या अंतरापुढें कांहींच नाहीं म्हटलें तरी चालेल. यामुळें सूर्यबिंब हिशेबांत घेण्याजोगें वाढत नाहीं.

चंद्रावर वातावरण आहे अशाबद्दल कांहीं प्रमाण दिसून येत नाहीं. तारा आणि ग्रह हे चंद्राच्या पलीकडे आहेत, आणि त्यांचें पिधान चंद्र करितो, हें मागें आलेंच आहे. चंद्राच्या भोंवतीं वातावरण असतें तर पिधानकालीं तारांचे किरण त्यांतून दोनदां वक्रीभवन पावून आपल्याकडे आले असते. व किरण वांकडे आल्यामुळें तारांचें स्थान बदलतें. व त्यामुळें पिधानापूर्वीचें तारांचें स्थान आणि नंतरचें स्थान यांत फरक पडता. हा फरक अर्ध्या विकलेचा पडला तरी तो समजण्याजोगीं सूक्ष्म यंत्रें हल्लीं आहेत. परंतु त्यांतून फरक मुळींच दिसत नाहीं. यावरून चंद्रावर वातावरण असलेंच तर त्यांतून दोनदां झालेलें वक्रीभवन फार तर अर्धी विकला म्हणजे एकदां झालेलें पाव विकला होईल, इतकें तें वातावरण असेल. पृथ्वीच्या वातावरणांतून किरणांचें वक्रीभवन सुमारें २००० विकला होतें. यावरून फार तर पृथ्वीच्या वातावरणाच्या आठ हजाराव्या हिश्शा इतकें उंच चंद्राचें वातावरण असेल. म्हणजे फार तर ५० फूट उंच असेल. १०० फुटांहून तर जास्त नाहींच. सूर्यग्रहणाच्या वेळींही चंद्राच्या कडेवरून सूर्यकिरणांचें वक्रीभवन मुळींच होत नाहीं. यावरून चंद्रावर वातावरण मुळींच नाहीं असें दिसून येतें.

वातावरण नाहीं त्या अर्थीं पाणी किंवा दुसरा कोणताही वाफ होणारा प्रवाही पदार्थ चंद्रावर नसला पाहिजे. असता तर सूर्याच्या अत्युष्णतेनें त्याची वाफ होऊन त्या वाफेचें वातावरण बनलें असतें. दुसऱ्या प्रमाणांवरूनही चंद्रावर पाणी नाहीं असें सिद्ध झालें आहे.

पाणी नाहीं आणि वातावरण नाहीं तेव्हां अर्थातच पाऊस व त्यापासून होणारे अनेक चमत्कार व फेरफार हे नाहींत. तसेंच वनस्पति नाहींत. वायु आणि पाणी यांच्या योगानें पृथ्वीवर नानाविध स्थित्यंतरें होतात तशीं चंद्रावर होण्याचा संभवच नाहीं.

चंद्र प्राचीनकाळीं द्रवावस्थेंत होता असें अनुमान आहे. तेव्हांपासून त्यावर जीं काय स्थित्यंतरें मागें झालीं असतील तीं खरीं. सांप्रत चंद्राच्या शारीरस्वरूपांत कांहीं स्थित्यंतर होत आहे असें दिसत नाहीं. कोणाचें मत असें आहे कीं क्वचित् थोडथोडें स्थित्यंतर होत असावें. परंतु तें आपल्यास दिसत नाहीं.

चंद्रापेक्षां सूर्य फार तेजस्वी दिसतो. परंतु दोघांच्या तेजांत जितका फरक असेल असें वाटतें त्याहून तो फारच जास्त आहे. पूर्णिमेच्या चंद्राच्या ६ लक्ष पट तेजस्वी सूर्याचा प्रकाश आहे. ६ लक्ष पूर्णचंद्र प्रकाशले तर मात्र त्यांचा प्रकाश सूर्यासारखा पडेल. इतक्या चंद्रांस आकाशापेक्षां जास्त जागा लागेल.

सूर्यापासून मिळालेल्या प्रकाशाचें परावर्तन चंद्र करितो, त्याप्रमाणें उष्णतेचेंही करीत असला पाहिजे. चंद्रप्रकाशापासून कांहीं उष्णता आपल्यास प्राप्त होते कीं काय ह्याविषयीं अनेक प्रयोग करून पाहिले आहेत. सुमारें २५।३० वर्षांपूर्वीं ही उष्णता कोणत्याही यंत्रानें अनुभवास आली नव्हती. परंतु त्यानंतर लार्ड रासच्या विशाल दुर्बिणींतून ती अनुभवास आली. परंतु ती इतकी थोडी आहे कीं, नाहीं म्हटलें तरी चालेल. चंद्राच्या क्षयवृद्धीबरोबर उष्णता कमजास्त होते. सरासरीनें सूर्यप्रकाशाच्या उष्णतेच्या २ लक्ष ८० हजाराव्या हिश्शा इतकी उष्णता चांदण्यांत आहे. त्यांतली सुमारें सप्तमांश उष्णता सूर्याच्या उष्णतेच्या परावर्तनामुळें असते, आणि बाकीची साक्षात् चंद्रापासून अरीभवनानें बाहेर निघते. सूर्यप्रकाशामुळें चंद्र उष्ण होतो, आणि तो कांहीं उष्णता अरीभवनानें बाहेर टाकतो.

पूर्णिमेच्या चांदण्यांत जितकी उष्णता असते त्याच्या सुमारें एक लक्ष पट उष्णता उन्हांत असते. तेव्हां चांदणें आपल्यास सौम्य वाटतें हें ठीकच आहे. सौम्य ह्या शब्दाचा मूळचा अर्थ चंद्रसंबंधी इतकाच आहे. परंतु चंद्रप्रकाशाच्या शीतलतेमुळें सौम्य शब्दाचा अर्थ शीतल, मृदु अशा प्रकारचा झाला आहे.

चंद्रावर उष्णता आणि थंडी यांचें अंतर फारेन हाईटचे सुमारें ५०० अंश आहे. म्हणजे दिवसास पारा सुमारें २८० अंशांवर असेल आणि रात्रीं दोन-अडीचशें अंश शून्याखालीं असेल.

उष्णता आणि थंडी इतकी भयंकर, वायु नाहीं, पाण्याचा अभाव, वनस्पतींचें दर्शन नाहीं, मग चंद्रावर प्राणी आहेत कीं नाहीं याचें अनुमान सहज होईल. ज्या प्रकारचे प्राणी आपल्यास माहित आहेत तसे तर चंद्रावर असण्याचा संभवच दिसत नाहीं. कांहीं निराळ्याच प्रकारचे प्राणी तेथें असण्याची ईश्वरी योजना असेल तर न कळे.

कसेंही असो, आपल्यास तर चंद्राचा अनेक प्रकारचा उपयोग आहे. त्याचा विस्तार येथें करणें नलगे. केवळ सौम्यदर्शनादिकांनींच तो रजनीचा वल्लभ झाला आहे, तसा आह्मां सर्वांचाही प्रियकर आहे.

सविता.

चंद्राविषयीं विचार करीत असतां त्यास प्रेरणा करणारा सविता सहज मनांत येतो.

ज्योतिषां रविरंशुमान्

" सर्व ज्योतींमध्यें भास्वान् रवि [तो] मी "

गीता १०.२१

या भगवद्वाक्याप्रमाणें आमच्या वैदिक धर्मी लोकांच्या मात्र दृष्टीनें तो परमेश्वराची विभूति आहे असें नाहीं; तर आजपर्यंत जगांत सूर्यदेवतेची आराधना करणारीं अनेक राष्ट्रें झालीं. आणि शास्त्रीय शोध जसजसे वाढत आहेत तसतसा सूर्याचा प्रभाव अधिकाधिकच दिसून येऊन सूर्याच्या ठायीं परमेश्वराचें विभूतिमत्व अधिकाधिक प्रत्ययास येऊं लागलें आहे.

पृथ्वीवर सजीव म्हणून जें जें आहे त्यास सूर्याचा आश्रय आहे. ग्रहमालेचा अधिप मोठ्या कृपेनें जो प्रकाश आणि उष्णता देतो त्यावर त्याचें अस्तित्व अवलंबून आहे. सूर्य एकादे दिवशीं प्रकाशण्यास विसरला तर काय अवस्था होईल! हजारो जीव नाश पावतील, व लक्षावधि प्राणी विपत्तींत पडतील. सूर्यानें चार पांच दिवस विश्रांति घेतली, तर सगळ्या प्राण्यांस अक्षय्यविश्रांति घेण्याचीच पाळी येईल. सूर्यानें आपले बारा डोळे उघडिले किंवा सहस्र नेत्रांनीं तो प्रकाशूं लागला, तरीही वरच्यापेक्षां भयंकर परिणाम होईल.

उन्हाळ्यामध्यें अति ताप होऊं लागला म्हणजे केव्हां एकदां पाऊस पडेल असें आपल्यास होतें. मेघ आपल्यास शांत करितात, जीवन देतात, इतकेंच नाहीं, तर जीवनोपयोगी पदार्थ पिकवितात. परंतु हे मेघ उत्पन्न होतात सूर्यापासूनच, हें आपण लक्षांत आणीत नाहीं. उन्हाळ्यास आपण त्रासतों, तशी थंडी फार पडली तर तीही आपल्यास नकोशी होते. परंतु उन्हाळा, पावसाळा, हिंवाळा, असे निरनिराळे ऋतु होतात म्हणून आपला सर्व व्यापार चालतो. आणि हे ऋतु करणारा सूर्यच होय.

प्रकाश आणि उष्णता ह्यांच्या योगानें "सूर्य हा स्थावराचा आणि जंगमाचा आत्मा* आहे," अशी पूज्यबुद्धि आपल्या मनांत उद्भवते, त्याचप्रमाणें

* तैत्तिरीय संहिता, १.४.४३.

सूर्य आपल्या विलक्षण प्रभावानें आपल्या भूलोकाला अधांत्रीं आकाशांत ओढून धरून आपल्या भोंवतीं फिरण्यास लावितो, हेंही आपण लक्षांत आणिलें पाहिजे. वीतभर रुंद दिसणारें एवढेंसें बिंब परंतु तें आपल्या या पृथ्वीच्याहून शेंकडो पट मोठ्या गोलांसही पृथ्वीच्या हजारो पट अंतरावरून आपल्या भोंवतीं फिरवितें. वेसण घालून बैलास धरावें, तसें अदृश्य वेसणीनें सूर्य पृथ्वीला धरितो. तें त्यानें न धरिलें तर काय होणार आहे असें आपल्यास वाटेल. परंतु ही वेसण सुटली तर पृथ्वी कोणीकडच्या कोणीकडे जाऊन तिची काय अवस्था होईल ह्याची कल्पनाही करवत नाहीं.

रात्रीस सूर्य नसतो, तरी पृथ्वीच्या दुसऱ्या अंगास त्याचा व्यापार चाललाच असतो. त्याच्यापासून उष्णतेचा वर्षाव सतत सर्व दिशांनीं होत असतो. पृथ्वीवरील चराचर वस्तूंचें रक्षण आणि पोषण होण्यास किती उष्णता लागत असेल याची कल्पना करा. परंतु सूर्यापासून निघणाऱ्या उष्णतेचा दोन अब्जावा मात्र हिस्सा कायतो पृथ्वीस मिळतो. यावरून सूर्यापासून किती उष्णता बाहेर पडते याचें अनुमान होईल.

आपला हा महाराष्ट्र देश आपल्यास किती मोठा वाटतो! कोणीकडे धारवाड आणि कोणीकडे खानदेश. कोणीकडे कोंकण आणि कोणीकडे सोलापूर. परंतु पृथ्वीशीं लावून पाहिला असतां महाराष्ट्र देश म्हणजे कांहींच नाहीं. पृथ्वीचा एक लहानसा गोल केला असतां त्यावर महाराष्ट्रदेश एक लहानसा ठिपका दिसेल, इतकी पृथ्वी मोठी आहे. जलद चालणाऱ्या आगीच्या बोटींत आपण बसलों आणि ती आगबोट रात्रंदिवस चालत असली, तरी मुंबईहून निघून पृथ्वीप्रदक्षिणा करून परत येण्यास षण्मास पाहिजेत. इतका या पृथ्वीचा घेर आहे. परंतु सूर्य इतका मोठा आहे कीं अशा १३ लक्ष पृथिव्या एकत्र कराव्या तेव्हां सूर्याएवढा गोळा होईल. दर तासास ३० मैल प्रमाणें रात्रंदिवस चालणाऱ्या आगगाडीला सूर्याभोंवतीं एक फेरा करून येण्यास सवानऊ वर्षें पाहिजेत.

सूर्याच्या अंगीं पृथ्वीला आकाशांत आपल्या भोंवतीं फिरण्यास लावण्याजोगें बळ आलें आहे तें केवळ त्याच्या आकारावर नाहीं. पुष्कळ धूमकेतु सूर्याहूनही आकारानें मोठे असतात. परंतु त्यांच्या अंगीं आकर्षणशक्ति मुळींच नसते. सूर्याचें प्रकृतिद्रव्य पृथ्वीइतकें दाट नाहीं; सुमारें चवथाई विरल आहे. तरी त्याचे एकंदर द्रव्य मोजलें तर पृथ्वीच्या ३। लक्ष पट वजन आहे. सू-

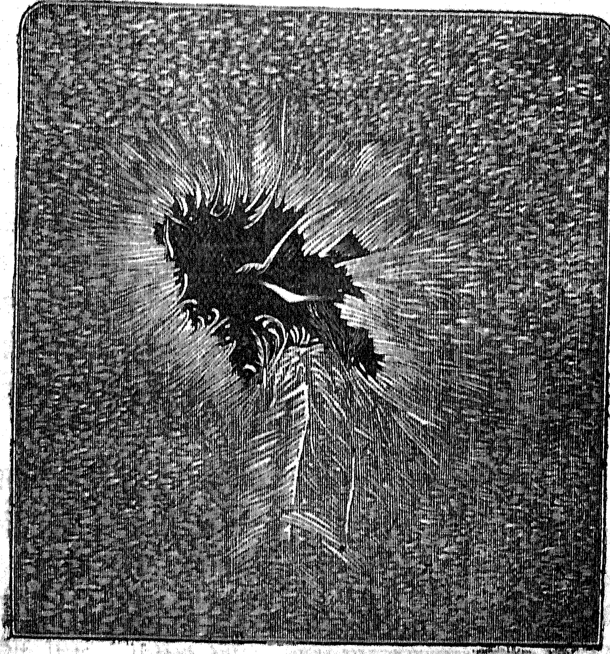
र्याभोंवतीं फिरणाऱ्या सगळ्या ग्रहांचें घटकद्रव्य एकत्र केलें तरी त्याच्या ७९० पट सूर्य आहे. म्हणूनच कोट्यवधि कोसांवरून तो त्यांस आपल्या भोंवतीं प्रदक्षिणा घालण्यास लावितो. त्यांत कधीं चूक पडते, किंवा कोणी एकादा कधीं थांबतो काय? एकादें घड्याळ आपण आठ दिवसांची किल्ली देऊन ठेविलें तरी एकाद वेळीं दुसऱ्याच दिवशीं बंद पडतें. परंतु आमच्या सूर्याभोंवतीं पृथ्वीहून लहान मोठे एकंदर ८ ग्रह फिरत आहेत. जे जवळ आहेत ते जलद फिरतात, दूर आहेत ते सावकाश फिरतात. ह्या सगळ्या घड्याळास परमेश्वरानें किल्ली कधीं दिली आणि ती किती दिवस पुरेल याचा बरोबर अजमासही कोणाला नाहीं.

चंद्राहून पृथ्वी मोठी आहे, आणि तिच्याहून सूर्य फारच मोठा आहे. असें असून तो चंद्राएवढाच दिसतो हें कसें, अशी शंका सहज येईल. तर हें सूर्याच्या अतिदूरत्वामुळें होतें. पृथ्वीपासून सूर्य किती दूर आहे ह्याविषयीं १९० वर्षांपूर्वी कोणास कल्पनाही नव्हती. हें अंतर काढण्यास निरनिराळ्या राष्ट्रांचे लक्षावधि रुपये आणि अनेक ज्योतिष्यांचे प्रयत्न खर्ची पडले आहेत. सूर्यबिंबाचें अधिक्रमण* शुक्र अमुक दिवशीं करणार असें भविष्य अगोदर करून त्यावर भरंवसा ठेवून तो दिवस आला कीं कोणी पृथ्वीच्या ह्या टोंकास धांवतात, कोणी त्या टोंकास जातात. कोणी आमच्या देशांत येऊन जातात तरी आह्मांस त्याची दादही नसते. इ० स० १७६१ आणि १७६९ या वर्षी झालेल्या अधिक्रमणांवरून सूर्याचें अंतर बरेंच सूक्ष्म समजलें. इ० स० १८७४ आणि १८८२ च्या अधिक्रमणांनीं त्याहून सूक्ष्म ठरलें. अधिक्रमणाशिवाय दुसऱ्याही दोनतीन रीतींनीं हल्लीं हें अंतर काढिलें आहे. तरी अद्यापि त्यांत दोन तीन लक्ष मैलांची चुकी असण्याचा संभव आहे. जेथें कोटींनीं गणना होणार तेथें दोन तीन लक्षांची चूक कांहीं फार नाहीं. पुण्याहून मुंबईस चार तासांत पोंचेल अशा स्पेशल ट्रेनींत बसून आपण सूर्याची यात्रा करण्यास निघूं या. वाटेंत उतरण्यास स्टेशन नाहीं, म्हणून स्नानादिकांची तजवीज आपल्यास गाडींतच केली पाहिजे. ती केली म्हणजे गाडीला विसावा देण्याचें कारणच नाहीं. याप्रमाणें आपण दर अहोरात्रांत ७२० मैल प्रवास केला तर इ० स० १९०४ च्या आरंभीं आपण निघाल्यास सूर्यदर्शन घेऊन परत येऊं तों इ० स० २६०६ साल येईल. सूर्य

* पुढें बुध आणि शुक्र यांचीं वर्णनें पहा.

प्रसन्न होऊन आपल्यास इतकें दीर्घायुष्य देईल, तरी मृत्युलोकीं आमच्या वंशजांच्या २७ पिढ्या गुजरून पिढ्या तोडण्याची पाळी येईल. इतकें हें अंतर आहे तरी आकाशांतील अंतरें मोजण्याची ज्योतिष्यांची ही काठी आहे. हिमालय हा पृथ्वी मोजण्याचा मानदंड असें कालिदासानें म्हटलें आहे. एकाद्या भिंतीची लांबी मोजण्यास आपण एकादी हातभर लांब काठी घेतों किंवा फूट घेतों. हिमालयाइतकी काठी म्हणजे किती विलक्षण असें मनांत येऊन आपण आश्चर्यचकित होतों. परंतु ९,२३,००००० मैलांच्या मानदंडापुढें पृथ्वीवरच्या अति मोठ्या मानदंडाचा काय पाड !

नुसत्या डोळ्यांनीं पाहिलें तर सूर्यबिंब सर्व भागीं एकसारखें तेजस्वी दिसतें. परंतु दुर्बिणीतून त्याजवर एक किंवा अनेक काळे ठिपके दिसतात. आ-



चित्रांक ७—सूर्यबिंबतिलक.

१—कुमारसंभव, १.१. २—नुसत्या डोळ्यांनीं सूर्याकडे पाहणें झालें तर भिंगावर काजळ धरून त्या भिंगांतून पहावें. नाहींतर डोळे बिघडतील.

णि बाकीचें बिंब एकाद्या स्वच्छ प्रवाही पदार्थांत तांदुळाचे दाणे किंवा बारीक कण तरंगत असल्याप्रमाणें दिसतें. हे कण अस्पष्ट दिसतात. कोठें कोठें मुळींच दिसत नाहींत. हे कण म्हटले तरी ह्यांचा वास्तविक विस्तार शेंकडो मैल असतो. चित्रांक ७ यांत दुर्बिणींतून सूर्यबिंबावर दिसणारा एक डाग आहे. त्यावरून सूर्याच्या डागांचें स्वरूप समजेल. आणि त्याच्या भोंवतालच्या आकृतीवरून सूर्यबिंब कसें कणमय दिसतें हेंही समजून येईल. सर्व डागांची आकृति सारखी नसते. आणि सूर्य आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो यामुळें एकच डाग बिंबाच्या निरनिराळ्या भागीं निरनिराळा दिसतो. मातीच्या गोळ्यावर चवली चिकटविली तर कशी दिसेल आणि तो गोळा फिरविल्यामुळें ती कडेकडे गेली असतां कशी दिसेल हें मनांत आणिलें असतां डागांचें स्थान बदलल्यामुळें त्याची आकृति कशी बदलते हें समजेल. स्थानांतरामुळें होणाऱ्या फेरफाराशिवाय स्वतः डागाच्या आकारांतही फरक असतो. कांहीं डाग कांहीं दिवस दिसून नाहींसे होतात. आणि कांहीं तर कांहीं महिने दिसत असतात. एकादा डाग इतका मोठा असतो कीं तो नुसत्या डोळ्यांनींही दिसतो. वराहमिहिरानें सूर्याचें वर्णन केलें आहे[1] तें वाचीत असतां त्यास व त्याच्या पूर्वींच्या ज्योतिष्यांस सूर्यावरचे डाग दिसले असावे असें खात्रीनें वाटतें. सूर्यबिंबाचें क्षेत्र किती आहे हें मनांत आणिलें म्हणजे हे डाग लहान दिसले तरी त्यांचें क्षेत्र किती मोठें असतें हें लक्षांत येईल. कांहीं डागांचें क्षेत्रफळ कोट्यवधि मैल असतें. डागाचा मध्यभाग फार काळा दिसतो त्यास **छाया** म्हणतात; आणि भोंवतालीं काळसर जागा दिसते, तिला **छायाकल्प** म्हणतात.

दुर्बीण निघाल्यावर लागलाच म्हणजे इ० सन १६११ मध्यें प्रथम ह्या डागांचा शोध लागला. सूर्य आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो हें डागांमुळेंच समजलें. हा अक्षप्रदक्षिणाकाल सूर्यबिंबावर सर्वभागीं एकसारखा नाहीं. सूर्याच्या विषुववृत्तापेक्षां ध्रुवाकडील प्रदेशास आंसाभोंवतीं फिरण्यास जास्त काळ लागतो. आणि हा फरक निरनिराळ्या वेळीं भिन्न असतो. असा भेद कां व कितपत पडतो याबद्दल अनेक अनुमानें आहेत, परंतु त्याबद्दल सिद्धांत अद्यापि ठरला नाहीं. सुमारें २५ पासून २६॥ पर्यंत दिवसांत सूर्याची अक्षप्रदक्षिणा होते. सूर्यबिंबाच्या पूर्वप्रांतीं एकादा डाग दिसूं लागला तर सुमारें

१ बृहत्संहिता, अध्याय ६.

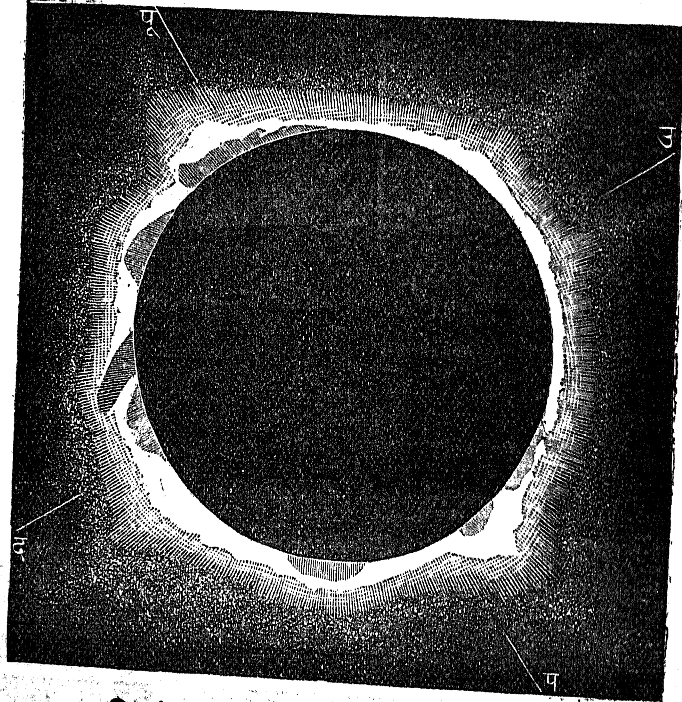
बारा तेरा दिवसांत तो पश्चिमप्रांतीं दिसतो. आणि पुन: १३।१४ दिवसांनीं पूर्वेस दिसूं लागतो.

सूर्यावर हे डाग एकाद्या वर्षीं फार दिसतात, एकाद्या वर्षीं थोडेच दिसतात. वर्षांत मुळींच डाग दिसला नाहीं असें कधींच होत नाहीं. हे डाग कमजास्त दिसण्याच्या काळांत कांहीं नियम दिसून येतो. एकदां डाग फार दिसले तर पुन्हा सुमारें ११ वर्षें ३ महिने इतक्या काळानें फार दिसतात. गेल्या शतकांत सन १८१०, २३, ३३, ४४, ५६, ६७, ७८ ह्या वर्षीं डाग फार थोडे दिसले. आणि इ० सन १८०४, १६, २९, ३७, ४८, ६०, ७०, ७३ ह्या वर्षीं फार दिसले. इ० सन १८९२ च्या अप्रिल व मे महिन्यांच्या अखेरीस हे डाग पुष्कळ दिसले. हे डाग दिसण्याच्या काळाचें चक्र सवाअकरा वर्षांचेंच आहे ह्याचें कारण काय ह्याचा अद्यापि निश्चयात्मक शोध लागला नाहीं. परंतु ह्याचें कारण बाह्योपाधि नव्हे, सूर्याच्या कांहीं अंतःस्थितीमुळें नियमित काळानें हे डाग दिसतात असें प्रख्यात ज्योतिष्यांचें अनुमान आहे.

सूर्याच्या डागांच्या कालचक्रास अनुसरून धान्यादिकांचे भाव कमजास्त होतात. डाग कमी असतात तेव्हां सूर्यकिरण पिकास अनुकूल असतात, असें हर्शलचें मत होतें. कै० वा० **केरोपंतनाना** ह्यांनीं ह्याबद्दल पुष्कळ विचार केला होता. पावसाशीं व दुष्काळाशीं डागांचा संबंध आहे असें त्यांचें अनुमान होतें. कांहीं वर्षांपूर्वीं निवर्तलेले मद्रास येथील वेधशाळेचे मुख्य अधिकारी **पागसन** ह्यांचें मत होतें कीं, डागांप्रमाणें कर्नाटकच्या पावसांत फरक पडतो. परंतु एकादे वर्षीं पाऊस कमी पडला तरी तो हंगामशीर पडला असतां पिकांस फार उपयोगीं पडतो असें होतें. यामुळें डागांवरून दुष्काळाबद्दल नियम फारसे बांधितां यावयाचे नाहींत. हर्शलचें मत पुढील अनेक वर्षांच्या अनुभवावरून खरें ठरलें नाहीं. आणि डागांशीं पृथ्वीच्या उष्णतेचा व वातावरणाच्या स्थितीचा कांहीं संबंध आहे कीं काय, असल्यास कसा आहे याबद्दल कांहीं सिद्धांत अद्याप ठरले नाहींत.

आरोरा म्हणून चमत्कारिक प्रकाश उत्तरध्रुवाकडे दिसतो. तो आणि विद्युच्छक्ति ह्यांचा व डागांचा संबंध आहे असें दिसून आलें आहे. ज्या वर्षीं डाग फार दिसतात त्या वर्षीं आरोरा हें औत्तरतेज फार दिसतें. व विद्युद्यंत्रें आणि लोहचुंबक यांस उपाधि फार होतात. इ० सन १८९१।९२ मध्यें पुष्कळ डागांच्या वेळीं तारायंत्राच्या कामास अडथळा झाला, असें अनुभवास

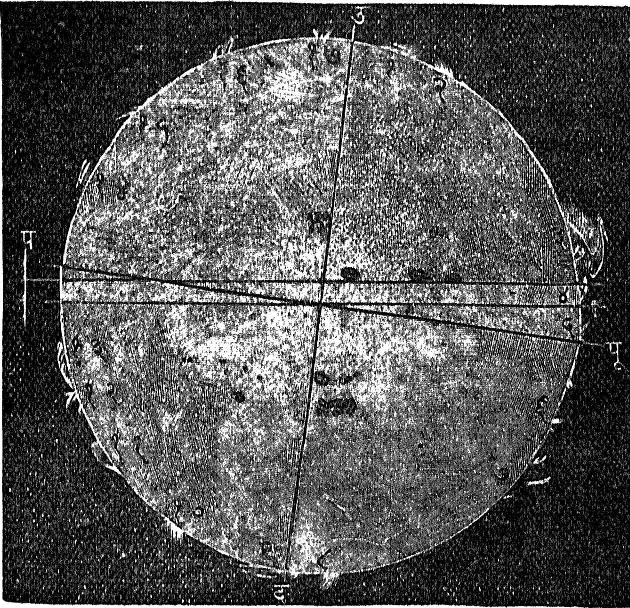
नुसत्या डोळ्यांनीं किंवा सामान्य दुर्बिणींतून सूर्य हा एक तेजोगोल दिसतो. परंतु खग्रास-सूर्यग्रहणांच्या वेळीं सामान्य दुर्बिणीनें किंवा वर्णलेखक दुर्बिणीनें या तेजोगोलाच्या भोंवतालीं अनेक चमत्कार दिसतात. तेजोगोलाभोंवतीं प्रथम एक आवरण आहे. हें तेजोमय आहे. ह्याचा पृष्ठभाग उंचसखल दिसतो. तो करवताच्या दांत्यांसारखा दिसतो. करवताचे दांते एकसारखे असतात, तितकें नियमित तें आवरण नसतें. तथापि आपण त्यास **क्रकचावरण** म्हणूं. ह्यांत दोन थर आहेत. खालचा सूर्यबिंबापासून सुमारें एकदोन विकला आहे. आणि वरचा सुमारें दहापंधरा विकला आहे. म्हणजे आंतल्याची उंची सुमारें पांचसहाशें मैल आहे, आणि बाहेरच्याची सुमारें दोन हजारपासून सात हजारपर्यंत मैल आहे. या आवरणांतून मधून मधून तांबड्या किंवा गुलाबी रंगाच्या ज्वाला बाहेर येत असतात. ह्या कधीं थोड्या असतात, कधीं पुष्कळ असतात. सूर्यावर डाग नसतात तेव्हां ह्या बहुधा मुळींच नसतात. ह्यांस आ-



चित्रांक ८—सूर्याचें प्रभामंडल आणि तेजःशृंगें.

पण **तेजःशृंगें** अथवा शृंगें म्हणूं. तेजोगोलापासून हीं कधीं कधीं ९०० मैल उंच असतात, कधीं १००००० मैल उंच जातात. क्रकचावरणाभोंवतीं लखलखीत प्रभामंडल असतें. ह्यास किरीट अशा अर्थाचें (corona) असें युरोपियन नांव आहे. हें मंडल तेजोगोलाच्या भोंवतीं सर्वत्र असतें. ह्यास आपण **प्रभाकिरीटमंडल** अथवा **प्रभामंडल** म्हणूं. ह्यांत कधीं कधीं दोन भाग दिसतात. एक आंतला आणि एक बाहेरचा. आंतला विशेष तेजस्वी असतो. प्रभामंडल कधीं अगदीं अरुंद असतें. कधीं तें कांहीं कला मात्र रुंद असतें व कधीं तर बिंबाइतकें बाहेर पसरलेलें असतें. सूर्यावर डाग थोडे असतात तेव्हां तें अगदीं लहान असतें. डाग फार असतील तेव्हां फार रुंद असतें. इ० सन १८८२ ता० ६ मेच्या सूर्यग्रहणांत हें सूर्यबिंबाच्या दुप्पट रुंद होतें. बिंबाचा व्यास सुमारें ८६०००० मैल आहे. प्रभामंडल पाऊण लक्षापासून १६ लक्ष मैलपर्यंत रुंद असतें. म्हणजे तेजोगोलाच्या वर इतकें उंच असतें.

क्रांतितेज या नांवाचें तेज क्रांतिप्रदेशांत सूर्यापासून सुमारें १० कोटी मैलांपर्यंत पसरलेलें आहे. त्याचें वर्णन पुढें येईल.



चित्रांक ९—सूर्याचा तेजोगोल, क्रकचावरण आणि तेजःशृंगें.

चित्रांक ८ यांत सूर्याचें प्रभामंडल आणि तेजःशृंगें दाखविलीं आहेत. सन १८६९ च्या आगस्ट महिन्यांत अमेरिकेंत खग्रास-सूर्यग्रहण झालें त्यावेळीं तें चित्र प्रथम काढिलेलें आहे. खग्रास-सूर्यग्रहणाच्या वेळीं प्रभामंडल कधीं कधीं नुसत्या डोळ्यांनीं देखील दिसतें, असें दुर्बिणीच्या पूर्वीचीं खग्रास ग्रहणांचीं वर्णनें आहेत त्यांवरून दिसून येतें. तीं ग्रहणें पाहणारांस त्याचें स्वरूप व कारण माहित नव्हतें. परंतु दुर्बिणींतून त्याचें स्वरूप स्पष्ट दिसून आल्यावर पूर्वीचीं वर्णनें या मंडळाचींच आहेत, असें सिद्ध झालें. सूर्यग्रहणांत चंद्रबिंबाच्या योगानें सूर्याचें आच्छादन होत होत पूर्ण आच्छादन झाल्याबरोबर बिंबाभोंवतालीं विलक्षण तेजस्वी प्रभामंडल कांहीं मिनिटें दिसतें. बिंबाच्या जवळचा भाग फार तेजस्वी असतो. तो कांहींसा तांबूस असतो. त्याच्या बाहेर पिंवळसर अथवा मोत्यासारखा वर्ण दिसतो. सुमारें मंडळाचा अर्धा भाग चांगला तेजस्वी दिसतो. त्याच्या बाहेर तेज अस्पष्ट होऊं लागतें, व शेवटाकडे तें अगदीं पांढरें दिसतें. हे वर्ण सर्वदां सारखे नसतात. अलीकडील वेधांवरून दिसून आलें आहे कीं प्रभामंडल अगदीं वाटोळें असतें असा नियम नाहीं. कधीं कधीं त्याचा आकार अनियमित असतो. कधीं चार बाजूंस त्याचे कोंपरे वाढलेले असतात. सुमारें २०० वर्षांपूर्वीच्या एका ग्रहणांत तेजःशृंगें दिसल्याचा उल्लेख आहे. परंतु त्यांकडे ज्योतिष्यांचें विशेष लक्ष लागल्यास सुमारें एक शतकच झालें. आणि क्रकचावरणाचा विशेष शोध तर गेल्या २० वर्षांत झाला आहे.

चित्रांक ९ यांत सूर्याचा तेजोगोल, क्रकचावरण आणि तेजःशृंगें दाखविलीं आहेत ह्याचें मूळ चित्र इतालींतील प्रख्यात ज्योतिषी **सेची** यानें इ० सन १८७१ मध्यें काढिलेलें आहे. त्यांत निरनिराळीं १७ शृंगें आहेत.

सूर्यावर प्रभामंडल आणि तेजःशृंगें कशामुळें उत्पन्न होतात, हें मंडल, तीं शृंगें, आणि क्रकचावरण यांची शारीरघटना कशी आहे, व या सर्वांच्या अंतर्भागीं असणारा साक्षात् सूर्य हा काय पदार्थ आहे, आणि त्यावर डाग कां दिसतात, हें समजण्याविषयीं सांप्रतच्या ज्योतिष्यांचे प्रयत्न चालू आहेत. आमचा नेता, आमचा पोषणकर्ता, किंबहुना आमचें सर्वस्व, असा जो सविता त्याचें ब्रह्मस्वरूप जाणण्याविषयीं आमच्या प्राचीन ऋषींनीं तपश्चर्या केली. सांप्रतच्या युगांत पाश्चात्य ऋषि परमेश्वराच्या ह्या अतितेजस्वी विभूतीचें प्रकृतीस्वरूप जाणण्याकरितां तपश्चर्या करीत आहेत. वर्णलेखक हें एक

विलक्षण साधन त्यांस प्राप्त झालें आहे. सूर्यग्रहण आलें कीं अगोदर कित्येक दिवस त्याचा त्यांस वेध लागतो. सूर्यावलोकन करण्याकरितां योग्य स्थळ शेंकडो कोस लांब असलें तरी दुर्बिणी, वर्णलेखक, इत्यादि खटाटोपासह तिकडे ते प्रयाण करितात. ग्रहणस्पर्शाची वाट पहात बसून स्पर्श होतांच आसन घालून जे बसतात ते मोक्षापर्यंत आसनावरून ढळत नाहींत. डोळ्यांच्या पापण्याही त्यांस नकोशा होतात, मग अभ्रें आलीं तर तीं त्यांस शत्रुवत् वाटत असतील यांत नवल काय ? इतक्या उत्सुकतेनें ते सूर्यावलोकन करीत असतां पूर्णग्रास पाहण्याची दहा वीस पळें मात्र टिकणारी संधि साधली आणि तींत सूर्यानें प्रसन्नमुद्रेनें त्यांस दर्शन देऊन वर्णलेखकादि द्वारें आपली प्रतिमा काढूं दिली म्हणजे तपश्चर्येचें सार्थक झालेसें त्यांस वाटतें. अशा एका ग्रहणानें काम होत नाहीं. १८६८ च्या आगष्टांत हिंदुस्थानांत खग्रास-सूर्यग्रहण होतें. तें कांहीं लोकांस स्मरत असेल. तेव्हां वर्णलेखक यंत्राचा उपयोग प्रभामंडल, तेजःशृंगें इत्यादि पाहण्याकडे प्रथमच केला. युरोपांतून कित्येक ज्योतिषी या देशांत आले होते. प्राचीनकाळीं जेथें आर्यऋषींनीं तप केलें तेथेंच या तपास आरंभ होणें श्रेयस्कर म्हणूनच वर्णलेखक यंत्राच्या शोधानंतर पहिलें मोठें ग्रहण ह्या देशांत दिसण्याचा योग ईश्वरानें आणिला असें दिसतें.*

दुर्बिणींतून सूर्य फार तर दोन लक्ष मैलांवरून डोळ्यांनीं पहावा असा दिसतो. इतक्या अंतरावरून त्याची शारीरिक रचना कशी समजणार ! परंतु वर्णलेखक यंत्राचा प्रभाव असा आहे कीं अगम्य अंतरावरच्या पदार्थाच्या घटकद्रव्यांचे किरण तो पदार्थ जवळ असल्याप्रमाणेंच पडून त्यावरून त्याचें प्रकृतिज्ञान होतें. खग्रास-सूर्यग्रहण आलें कीं तें पृथ्वीच्या कोणत्याही कोंपऱ्यांत दिसावयाचें असो, दुर्बीण लावितां येईल असें तें स्थल असलें म्हणजे झालें; हजारों रुपये खर्च करून व अनेक प्रकारचे त्रास सोसून ज्योतिषी तेथें जातात. यांतलें बीज हेंच आहे कीं वर्णलेखकाच्या योगानें प्रभामंडल, तेजःशृंगें, क्रकचावरण आणि साक्षात् सूर्य ह्यांची शारीरघटना समजावी. गॅलिलियो, हर्शल इत्यादि नामांकित ज्योतिष्यांच्याही स्वप्नीं देखील नव्हते असे

* या ग्रहणाच्या वेळीं वेध घेण्यास कै० वा० केरोपंतनाना हे विजापुरास गेले होते. त्यांनीं त्या ग्रहणाचें मनोरंजक वर्णन नवंबर व डिसेंबर १८६८ च्या शाळापत्रकांत केलें आहे. त्यांत प्रभामंडलाविषयीं टेनेट याचा अभिप्राय दिला आहे, तो मात्र आतां चुकीचा ठरला आहे. हें ग्रहण विजापुर येथें ५ मिनिटें आणि १० सेकंद इतका वेळ खग्रास होतें.

शोध हल्लीं लागत आहेत. तथापि सूर्यप्रकृति इतकी अगम्य आहे कीं तिजसंबंधी ज्ञान अजून बाल्यावस्थेंतच आहे. सर्व नवीन शोधांचें मथन होऊन सिद्धांत ठरण्यास अजून इतका अवकाश लागेल कीं सध्यांच्या अनिश्चित स्थितीपेक्षां पूर्वीचें अज्ञान बरें असें वाटूं लागतें. सारांश अनेक वर्षे अनेकांचे प्रयत्न चालून हजारों वेध होऊन त्या सर्वांचा विचार होईल तेव्हां सूर्याची घटना समजली तर समजेल.

असें आहे तथापि सांप्रत कळलेल्या गोष्टीही आश्चर्य करण्यासारख्या आहेत. प्रभामंडल हें सूर्याचें वातावरण नव्हे असें आतां निर्विवाद ठरलें आहे. ह्याचें कारण असें:—सूर्यपृष्ठावर आकर्षणशक्ति पृथ्वीच्या २८ पट आहे. पृथ्वीवर जो पदार्थ एक शेर भरतो तो सूर्यावर सुमारें २८ शेर भरेल. वातावरणांत वरच्या भागाचा दाब खालच्यावर भूमितिप्रमाणानें वाढता असतो. अगदीं हलका वायु जो हायड्रोजन त्याचें जरी वातावरण असलें तरी इतक्या मोठ्या दाबानें तें तळाशीं फारच दाट झालें पाहिजे. परंतु प्रभामंडलांत अशी घनता मुळींच नाहीं. सन १८४३ चा धूमकेतु त्यांतून गेला तरी त्यावर त्याचें घर्षण मुळींच घडलें नाहीं. तें अगदीं विरल आहे. यावरून प्रभामंडल हें वातावरण नव्हे. त्याच्या शारीरघटनेविषयीं असें अनुमान आहे कीं, सूर्याच्या अत्युष्णतेमुळें बाष्परूप झालेल्या द्रव्यपरमाणूंनीं तें बनलेलें आहे. ते परमाणु परस्परांस चिकटलेले नाहीत. त्यांतले कांहीं स्वयंप्रकाश असतात व कांहीं सूर्याच्या तेजानें प्रकाशतात. प्रभामंडलांत एकसारखे फेरफार होत असलेले दिसत असतात. यावरून त्याचे परमाणु सर्वकाल एका ठिकाणीं नसतात असें दिसून येतें. हे परमाणु सूर्यपृष्ठापासून इतके वर राहतात कसे, ही शंका आहे. याविषयीं तीन अनुमानें आहेत. पहिलें असें कीं, हे परमाणु तेजोगोलांतून झपाट्यानें बाहेर पडतात, आणि वर जाऊन पुन्हा गोलावर पडतात. या उत्तरांत अडचण अशी आहे कीं दर सेकंदास २०० मैल वेग त्या परमाणूंच्या अंगीं येई इतक्या जोरानें तेजोगोलाच्या सर्व भागांतून सर्वकाळ परमाणु बाहेर जातात असें मानावें लागतें. दुसरें अनुमान असें कीं, सूर्यांतून बाहेर पडलेले परमाणु विद्युच्छक्तीनें कमजास्त वेळ वर राहतात. तिसरें अनुमान असें कीं, सूर्याभोंवतीं फिरणाऱ्या अतिसूक्ष्म उल्कांच्या समुदायांनीं प्रभामंडल बनलेलें आहे.

प्रभामंडलाच्या आंत ऋक्रचावरण आहे. हें सूर्याचें वातावरण होय. यांत

अगदीं वर हायड्रोजन आहे. आंत जावें तसतसे अनेक धातु बाष्परूपानें आहेत. पायथ्याशीं या आवरणाची घनता फार आहे. व सूर्याच्या तेजोगोलापासून निघणाऱ्या किरणांचें तेथें निगिलन होतें; म्हणजे कांहीं किरण तें गिळून टाकितें. हायड्रोजन, सोडिअम्, लोखंड, मॅग्निशिआ, बारियम्, तांबें, जस्त, क्यालशियम्, क्रोमियम्, निकेल, टिटानियम्, कोबाल्ट, मांगनीज हीं तत्त्वें ऋकचावरणांत आहेत. सोनेंही असेल असें संभवतें. शिवाय पृथ्वीवर माहीत नाहींत असेही कांहीं पदार्थ आहेत. हे सर्व अत्युष्ण बाष्परूप स्थितींत आहे. यांत धातु मुख्यतः खालच्या थरांत आहेत; आणि वायु मुख्यतः वर आहेत.

शृंगें ऋकचावरणावर पुष्कळ उंचीपर्यंत असतात, असें पूर्वीं सांगितलेंच आहे. प्रभामंडलाचा वर्णलेख सूर्यग्रहणांत मात्र चांगला निघतो. एरव्हीं स्पष्ट निघत नाहीं. परंतु प्रभामंडलापेक्षां शृंगें तेजस्वी आणि उष्ण असल्यामुळें त्यांचा वर्णलेख सूर्य प्रकाशलेला असतांही निघतो.* हीं शृंगें दोन प्रकारचीं आहेत. कांहीं ढगांसारखीं तरंगत असतात. परंतु कोणताही पदार्थ तोलून धरण्याजोगें वातावरण, शृंगें असतात त्या प्रदेशीं नाहीं. यामुळें प्रभामंडलाचें द्रव्य वर कसें राहतें हें सांगणें जसें कठिण आहे, तसेंच ह्या शृंगांविषयीं आहे. त्यांत कांहीं शृंगें तर एकाच जागीं फार वेळ स्थिर राहतात, यामुळें प्रभामंडल तोलून राहण्यासंबंधी पहिलीं दोन कारणें यास लागू पडत नाहींत. तिसरें मात्र लागू पडेल. दुसऱ्या प्रकारचीं शृंगें उद्गमनानें होतात. ऋकचावरणांतून मोठ्या झपाट्यानें हायड्रोजन आणि मॅग्निशिअम् बाहेर पडतात. त्यांचा वेग दर सेकंदास १५० मैलपर्यंत असतो. हें उद्गमन कितीएक घटिकांपर्यंत व कधीं-कधीं कितीएक दिवसपर्यंत एकसारखें चाललेलें असतें. ह्या पदार्थांची वाफ हजारों मैल पसरते, आणि पुनः तेजोगोलावर येऊन पडते.

सूर्यपृष्ठावर ऋकचावरणांत निरनिराळे व्यापार किती वेगानें चालले असतात हें वर्णितां येणें कठिण. ऋकचावरण हा एक अग्निसमुद्र म्हटला तर पृथ्वीवरील अत्युष्ण अग्निगृहांपेक्षांही उष्ण आणि आतलांतिक महासागराच्या रुंदीहून खोल, असा तो समुद्र आहे. त्याची गति वादळाची गति म्हणावी, तर पृथ्वीवर वादळाचा वारा तासांत फार तर १०० मैल वहातो. ऋकचा-

---

* जान्सेन नामक फ्रेंच ज्योतिषी इ० स० १८६८ च्या सूर्यग्रहणांत हिंदुस्थानांत आला होता, तेव्हां त्यानें प्रथम हा अनुभव घेतला. व इंग्लंदांत लॉकियर यांनेही त्याच सुमारास हा शोध लाविला.

वरणांतल्या पदार्थांत सेकंदांत इतका वेग आहे. सूर्याच्या वातावरणांतील वादळ इतकें जबर असतें कीं, तें सिंहलद्वीपाच्या किनाऱ्यावरून निघाल्यापासून १५ सेकंदांतच मुंबई वगैरे बंदरांचा नाश करून कराचीस पोंचेल; आणि वाटेंत नुसतें झाडांमाडांचे धुडके धुडके उडवूनच राहणार नाहीं, तर सगळ्यांस अग्निरूप करील. ज्वालामुखींतून झपाट्यानें बाहेर पडणारा आणि आसपासचीं शहरें गिळंकृत करणारा लाव्हा आपल्यास अतिवेगाचा वाटतो. परंतु सूर्याच्या आवरणांतून निघणाऱ्या शृंगांच्या वेगापुढें तो कांहींच नाहीं. लाख अर्धा लाख मैल पसरणारीं हीं शृंगें पृथ्वीसारखे गोल गिळंकृत करून बाष्परूप करून टाकतील. सेकंदांत कधीं कधीं चारशें मैल जाणाऱ्या ह्यांच्या वेगाइतका वेग अतिशीघ्रगामी धूमकेतूचाही नाहीं. प्रलयकाळचीं पुराणांतलीं वर्णनें देखील सूर्यावरील नित्यप्रलयापुढें कांहींच नाहींत.

साक्षात् तेजोगोलाची उष्णता तर वरच्यापेक्षांही भयंकर आहे. आपल्यास प्रकाश व उष्णता प्राप्त होते ती सूर्याच्या तेजोगोलापासून होते. दृश्यबिंबाच्या मध्यापासून प्रकाश व उष्णता ह्यांचें अरीभवन फार होतें. मध्यबिंदूपासून उष्णता जितकी निघते त्याच्या अर्धी कडेच्या भागांतून निघते; प्रकाश सुमारें तृतीयांश निघतो; आणि रासायनिक किरण सप्तमांश बाहेर पडतात. सूर्याभोंवतालीं जें आवरण आहे त्यांत उष्णता आणि प्रकाश यांचें कांहीं निगिलन होतें असें वर सांगितलेंच आहे. तेजोगोलांतून जितके किरण बाहेर पडतात, त्यांतले सुमारें निमे क्रकचावरणांत गुप्त होतात. हें आवरण नसतें तर सूर्य हल्लींच्या सुमारें दुप्पट उष्ण आणि दुप्पट तेजस्वी असता. आणि दृष्टीला अधिक स्वच्छ नीलवर्ण दिसला असता. तरी हल्लीं पृथ्वीला सूर्यापासून एका दिवसांत जी उष्णता मिळते ती इतकी आहे कीं, पृथ्वीभोंवतीं बर्फाइतक्या थंड पाण्याचा २६० यार्ड खोल समुद्र असता तर त्यास त्या उष्णतेनें आधण आलें असतें. आणि ही उष्णता सूर्यांतून निघणाऱ्या एकंदर उष्णतेचा काय तो दोन अब्जावा हिस्सा आहे !

सूर्यबिंबावर डाग दिसतात ते मुख्यत: सूर्याच्या विषुववृत्ताच्या दोहींकडे ३०।३० अंशांपर्यंत दिसतात. त्याच्या पलीकडे दिसतात ते अस्पष्ट असतात. हे डाग कसे उत्पन्न होतात ह्याविषयीं सिद्धांत अद्यापि ठरला नाहीं. सूर्यावर ज्या अत्यंत विलक्षण चळवळी चाललेल्या असतात त्यांस कारण तेजोगोलांतील द्रव्यांची अत्यंत उष्णता आणि रसायनप्रीतीमुळें संयोग पावण्या-

चा त्यांचा कल हें होय. डागांविषयीं सेची या नामांकित वेधकुशल ज्योतिष्याचें मत पुढें लिहिल्याप्रमाणें आहे:—हायड्रोजन, मॅग्निशिअम्, सोडिअम् ह्यांच्या अत्युष्ण वाफा तेजोगोलांतून बाहेर पडून वर येतात, त्यांच्या अंगीं प्रकाशकिरणांचें निगिलन करण्याचा गुण आहे यामुळें तेजोगोल आणि आपली दृष्टि ह्यांच्या मध्यें जेव्हां त्या एके ठिकाणीं दाट जमतात तेव्हां किरणांस आपलेकडे येऊं देत नाहींत. यामुळें त्या ठिकाणीं बिंबावर आपल्यास डाग दिसतो. इतर ज्योतिष्यांच्या मतेंही किरणनिगिलन हेंच डागांचें मुख्य कारण आहे.

तेजोगोलाची घटना कशी आहे ह्याविषयीं दोन मतें आहेत. त्याचा वरचा भाग घन असावा आणि प्रकाश व उष्णता त्यापासून येत असावी असा संभव दिसतो. ह्या घनकवचाची जाडी सुमारें तीन चार हजार मैल असावी. हा तेजोगोलाचा बहिर्भाग घन नसेल तर त्याचा पृष्ठभाग सर्वकाल एकसारखा सपाट दिसणार नाहीं. तो वायुरूपी आहे असें कितीएकांचें मत आहे. परंतु तसा असता तर वेगानें बाहेर पडणाऱ्या शृंगांबरोबर त्यांत कल्लोळ उसळून त्याची सपाटी मोडती. परंतु ती कधीं मोडत नाहीं. हें कवच पृथ्वीच्या पृष्ठभागासारखें घन असेल असें नाहीं. त्याच्या आंत पदार्थ अत्युष्णवायुरूप स्थितींत आहेत, त्यांवर द्रव्याचे घन परमाणु तरंगत असतील, आणि अशा परमाणूंचे हें कवच बनलें असेल. म्हणून त्याची सपाटी मोडत नाहीं असें साधारण मत आहे.

तेजोगोलाचा हा जो वरचा थर ह्याच्या आंत सर्व द्रव्यें वाय्ववस्थेंत आहेत. ह्या आंतल्या भागीं दाब इतका आहे कीं त्याची घनता प्रवाही पदार्थाइतकी आहे. तरी तेथें उष्णता अतिशय असल्यामुळें त्यांतलीं सर्व द्रव्यें रसायनसंयोग न पावतां वायुरूप स्थितींत आहेत. तेजोगोलाच्या उष्णतेची गणना करणें कठिण आहे. ती सुमारें दोन कोटी अंश असावी. ह्या उष्णतेची उत्पत्ति, तिचा व्यय इत्यादिकांविषयीं विवेचन पुढें येईल.

पृथ्वीवरील सर्व घड्याळांचें घड्याळ

सांप्रत मुंबई, पुणें ह्या शहरांत तर असो, परंतु इतर मोठ्या शहरांतून व गांवांतून, आणि क्वचित् खेड्यापाड्यांतूनही, घड्याळें दृष्टीस पडतात. कोणी आंदोलकाचीं किंवा दुसऱ्या प्रकारचीं मोठीं घड्याळें बाळगितात. कोणाजवळ खिशांतलीं लहान घड्याळें असतात. आपलीं पूर्वींचीं घटीयंत्रें, व प्रस्तुत चालणारीं वेळ मोजण्याचीं वालुकायंत्रें, छायायंत्रें, ह्यांपेक्षां आंदोलकयंत्रें किंवा दुसऱ्या प्रकारचीं लहानमोठीं घड्याळें हीं सोईचीं होत, आणि तीं थोडक्यांत मिळतातही. तेव्हां तीं बाळगण्याची इच्छा पुष्कळांस होणें साहजिक आहे. परंतु, तीं जो वेळ दाखवितात त्यासंबंधें माहिती, तीं बाळगणारांस असेल, तरच त्यांपासून खरा उपयोग होईल; नाहीं तर तीं असून नसून सारखींच! ही माहिती पुष्कळांस नसते. निदान ह्याविषयीं विचार तरी थोडक्यांनींच केलेला आढळतो. घड्याळ बंद पडल्यामुळें पुन्हा लावावयाचें असलें, किंवा मागेंपुढें झालेंसें वाटल्यामुळें दुरुस्त करावयाचें असलें, तर पहा शेजारचें घड्याळ, दादासाहेबांचें घड्याळ बिघडलें कीं त्यांनीं तें रावसाहेबांच्या घड्याळावरून लावावें, रावसाहेबांनीं अण्णासाहेबांच्यावरून लावावें, फार झालें तर मास्तरांचें घड्याळ पहावें, किंवा पोष्टाचें पहावें, असें बहुतकरून होतें. परंतु ज्यावरून आपण आपलें घड्याळ लावितों तें बरोबर आहे किंवा नाहीं याचा विचार कोण करितो! दहा पांच मिनिटें किंबहुना अर्धा पाऊण तास मागें काय आणि पुढें काय! मोठ्या पोष्टाचा किंवा रेल्वेस्टेशनचा गांव असला म्हणजे घड्याळ पाहण्यास चांगलें साधन असतें. परंतु पोष्टाचें किंवा रेल्वेचें घड्याळ तरी कसें बरोबर लावितात, व तें जो वेळ दाखवितें तो आपल्या गांवीं लागू पडेल कीं नाहीं ह्याचा विचार कोणीं केला आहे काय? पोष्टांत तारायंत्र असलें तर तेथचें घड्याळ व रेल्वेचीं घड्याळें मद्रासेहून तारायंत्रांतून खरा वेळ विचारून त्याप्रमाणें लावितात. परंतु मद्रासेस तरी खरा वेळ कसा समजावा? मनुष्यानें केलेलें घड्याळ कितीही उत्तम असलें तरी तें नेहमीं एकसारखें चालेल, कमजास्त चालणार नाहीं, म्हणजे दिवसांत त्यांत २४ तासच होतील, त्याहून तें शीघ्र किंवा मंद चालणार नाहीं, तसेंच तें बिघडणार नाहीं किंवा बंद पडणार नाहीं, असें होणें अशक्य. क्रोनामिटर

म्हणून फार उत्कृष्ट घड्याळें असतात त्यांस किंमत फार पडते. तरी तीं केखील बिघडतात. मग इतरांची काय कथा ! तर घड्याळें लावण्यास कोणतें तरी एक घड्याळ असें असलें पाहिजे कीं तें कधीं बंद पडणार नाहीं, बिघडणार नाहीं व मागेंपुढें होणार नाहीं. असें घड्याळ ईश्वरनिर्मितच असलें पाहिजे हें स्पष्ट दिसतें. सूर्य किंवा नक्षत्रें हें अनादिसिद्ध घड्याळ होय. मद्रास येथें ज्योतिषवेधशाळा आहे. तसेंच मुंबई येथें मुख्यतः लोहचुंबकधर्म समजण्याकरितां वेधशाळा आहे. ह्या दोन्ही ठिकाणीं खस्थ ज्योतींच्या वेधावरून घड्याळ लावितात. आणि त्यावरून मग सर्व हिंदुस्थानांतल्या घड्याळांत खरा वेळ समजतो.

थोडा प्रयत्न केला तर मुंबई किंवा मद्रास यांवर अवलंबून न राहतां आपल्यास पाहिजे तेथें घड्याळ लावितां येईल. आणि ज्या त्या ठिकाणीं घड्याळ लावलें तरच त्यावरून योग्य वेळ कळेल. घड्याळें नव्हतीं तेव्हां मद्रास किंवा मुंबई यांवांचून आमचें अडत असे काय ? नाहीं. तसें हल्लींही अडणार नाहीं. आणि वस्तुतः मद्रासचा काळ आपल्या उपयोगीही नाहीं. सर्व ठिकाणीं सूर्योदय किंवा सूर्यास्त एकदम होते तर मद्रासची वेळ पाहिजे तेथें उपयोगीं पडती. परंतु तसें होत नाहीं. फार तर काय, मुंबईस सूर्य मध्याह्नीं येतो त्याच्या अगोदर चार मिनिटें पुण्यास मध्याह्नीं येतो. म्हणून मुंबईच्या घड्याळाहून पुण्याचें घड्याळ चार मिनिटें पुढें पाहिजे. याप्रमाणें प्रत्येक ठिकाणचा काळ निराळा असतो. ह्या कालास आपण **निजकाल** म्हणूं. हा निजकाल समजण्याची गरज वारंवार लागते. हा कसा समजावा, म्हणजे घड्याळ कसें लावावें, याचा थोडासा विचार करूं.

घड्याळांविषयीं गैरमाहित अशा लोकांची समजूत अशी असते कीं, सूर्योदयाबरोबर घड्याळांत नेहमीं सहा वाजतात. परंतु हींत तर फारच चूक आहे. तसेंच दोन प्रहरीं घड्याळांत बरोबर १२ वाजतात, असाही कित्येकांचा समज असतो. आणि ह्याच धोरणानें ते घड्याळ लावितात. यांतही दोन प्रकारांनीं चुकी होण्याचा संभव असतो. बरोबर दोनप्रहर नुसत्या डोळ्यांनीं समजणें कठिण, आणि बरोबर दोनप्रहरीं नेहमीं बारा वाजतात असें नाहीं. दोनप्रहरीं, म्हणजे याम्योत्तरीं सूर्य येतो तेव्हां, कधीं बारा वाजण्यास १५ मिनिटें अवकाश असतो; आणि कधीं सवाबाराही होतात. असें होण्याचें कारण, सूर्याची गति नियमित नाहीं, हें होय. क्रांतिवृत्तांत त्याची गति कधीं

५७ कला असते, कधीं ६१ कला असते. यामुळें एकदां सूर्य मध्यान्हीं आल्यापासून पुन्हा मध्यान्हीं येण्यास कधीं २४ तासांहून ३० सेकंदपर्यंत जास्त लागतात, कधीं ३० सेकंद कमी लागतात. सूर्योदय किंवा अस्त यांत तर याहूनही कमजास्त फरक पडतो. यामुळें एकदां सूर्य मध्यान्हीं आला तेव्हां घड्याळांत १२ वाजवून ठेविले असतां, कांहीं दिवसांनीं सूर्य मध्यान्हीं येईल तेव्हां बारांहून कमजास्त वाजतील.

आमचे वाचक म्हणतील कीं, खासें काम. मद्रासेकडे पहात न बसतां आम्हांस स्वतः सूर्यावरून घड्याळ लावण्यास सांगतां, आणि सूर्याची तर ही अवस्था. वाचकहो, यास उपाय आहेत. सूर्याची गति अनियमित आहे, तरी तीस कांहीं नियम आहेत. व ती बरोबर काढितां येते, आणि सूर्याची गति अनियमित असली तरी त्यास कधीं किल्ली द्यावयास नको; व त्याची गति कधीं बंद पडावयाची नाहीं.

सूर्य एकदां मध्यान्हीं आल्यापासून पुन्हा येईपर्यंत जो काळ जातो त्यास **सावनदिवस** म्हणतात. सावन दिवसाचें मान कमजास्त होतें. म्हणून सगळ्या सावन दिवसांची सरासरी काढून त्याचें मध्यम मान ठरविलें आहे. ह्या परिमित मध्यमकाल पाहिजे त्या परिमाणांनीं सांगतां येईल. आपले लोक ह्या काळाच्या ६० घटका मानितात. युरोपियन लोक २४ तास मानितात. सूर्याच्या गतीचें मध्यम मान काढून तितकी म्हणजे सुमारें ५९ कला ८ विकला ज्याची दिवसांत गति आहे असा एक मध्यम रवि विषुववृत्तांत फिरतो असें मानितात. तो मध्यान्हीं आल्यापासून किंवा उगवल्यापासून पुन्हा मध्यान्हीं येण्यास किंवा उगवण्यास २४ तास लागतात. मध्यम रवीवरून जो काळ समजतो, त्यास **मध्यमकाल** म्हणतात. आणि प्रत्यक्ष सूर्यावरून जो काळ समजतो त्यास **स्पष्टकाल** म्हणतात.

तारांची दैनंदिनगति अनियमित नाहीं म्हणलें तरी चालेल. एकादी तारा एकदां उगवली, मध्यान्हीं आली, किंवा मावळली असतां, तेव्हांपासून ती पुन्हा उगवे, मध्यान्हीं येई, किंवा मावळेतोंपर्यंत नेहमीं एकसारखा वेळ लागतो. ह्या काळास **नाक्षत्रदिवस** म्हणतात. ह्या काळाचे २४ तास किंवा ६० घटका मानिल्या तरी चालतील; व तशा कांहीं कामांत मानितातही. ह्याप्रमाणें नक्षत्रें जो काल दाखवितात तो **नाक्षत्रकाल** होय. मुंबईच्या वेधशाळेंत नाक्षत्रकाल दाखविणारें एक घड्याळ आहे. वसंतसंपात मध्यान्हीं येईल तेव्हां

त्यांत १२ वाजतात. हें घड्याळ कांहींकांनीं पाहिलें असेल. नक्षत्र उगवणें मावळणें ही गोष्ट पृथ्वीच्या दैनंदिनगतीमुळें होते. पृथ्वीला दैनंदिन प्रदक्षिणा करण्यास नेहमीं समानकाळ* लागतो. यामुळें नाक्षत्र दिवसाचें मान नेहमीं समान असतें; सावन दिवसासारखें कमजास्त नसतें. म्हणून नक्षत्रें अथवा पृथ्वी हें सूर्यापेक्षांही सोईचें घड्याळ होय. नक्षत्रांवरून रात्रीचें मान सुमारानें सांगणारे लोक आपलेकडे बरेच आहेत. आपल्यास नक्षत्रांवरून सूक्ष्मकालही सांगतां येईल.

नाक्षत्रदिवस नेहमीं समान असतो खरा, तरी आपल्यास दिवस सूर्यावरून समजतो. सूर्य उगवला म्हणजे दिवस सुरू होतो. तेव्हां व्यवहारास नाक्षत्रदिवस उपयोगी नाहीं, सावन दिवसच घेतला पाहिजे. म्हणून नाक्षत्रकालावरून सावनकाल काढतां येण्याच्या तजविजी केल्या आहेत.

सावन दिवस कमजास्त होतो. म्हणून घड्याळावरून समजून येणारा दिवस सावन दिवसाबरोबर नेहमीं होईल असें करितां यावयाचें नाहीं. म्हणजे सूर्याची गति कमजास्त होते, तशी घड्याळाची कधीं करितां येणार नाहीं. घड्याळ कधीं शीघ्र चालेल, कधीं मंद चालेल. परंतु त्याची गति नियमित असणार. कांहीं एका परिमित वेळांत तें २४ तास ५ मिनिटें चालतें, तर नेहमीं तितकेंच चालेल. किंवा २३ तास ५५ मिनिटें चालत असलें, तर नेहमीं तेवढेंच चालेल. परंतु सूर्य आज ५७ कला, कांहीं दिवसांनीं ५८, आणि कांहीं दिवसांनीं ५९, असा चालतो, त्याप्रमाणें घड्याळ कमजास्त चालणें ही गोष्ट असंभवनीय आहे; निदान आजच्या दृष्टीनें तरी अशक्य आहे. घड्याळ सर्वदां सारखें चालणार. अर्थात् नेहमीं समान गतीनें चालणारा कल्पिलेला मध्यमरवि ज्याप्रमाणें मध्यम काल दाखवितो, त्याप्रमाणें घड्याळही मध्यमकाल दाखवितें. मध्यमरवि आकाशांत दिसत नाहीं. तथापि गणितानें त्याचें मान काढितां येतें. आणि त्याबरोबर चालणारें घड्याळ प्रत्यक्ष करितां येतें. यामुळें मोठी सोय झाली आहे. मध्यमरवीचा उदय सकाळीं ६ वाजतां होतो, असें मानितात; अर्थात् मध्याह्न १२ वाजतां, आणि अस्त सायंकाळीं ६ वाजतां होतो.

परिशिष्ट १ यांत शेवटीं मध्यमरवीचे विषुवांश पूर्णतास कधीं होतात तें दिलें आहे. एका दिवसांत ते सुमारें ४ मिनिटें वाढतात. व यावरून ते को-

* हा काल मध्यम सावनमानानें २३ तास ५६ मिनिटें ४.०९०६ सेकंद इतका आहे.

णत्याही दिवशींचे काढितां येतील. तसेंच त्याच परिशिष्टांत नक्षत्रांचे विषुवांश दिले आहेत. या दोहोंच्या साह्यानें कोणत्याही रात्रीं एकादी तारा मध्याह्नीं पाहून घड्याळ लावितां येईल. उदाहरण, कोणत्याही वर्षीं तारीख १ जानुआरीच्या रात्रीं घड्याळ लावायाचें आहे. तारीख ५ जानुआरी रोजीं मध्यमरवीचे विषुवांश १९ तास आहेत. तेव्हां पहिल्या तारखेस १८ तास ४६ मिनिटें आहेत. यांहून सुमारें एक तास कमी किंवा जास्त ज्यांचे विषुवांश आहेत त्या तारा त्या रात्रीं मुळींच दिसणार नाहींत. १८।४६ हून सुमारें ६ तास जास्त म्हणजे ० तास ४६ मिनिटें इतके ज्या तारेचे विषुवांश आहेत, ती तारा सूर्यास्ताच्या वेळीं सूर्याच्या पुढें ६ तास असेल; म्हणजे मध्याह्नीं असेल. आणि त्यांहून जास्त १२ तास म्हणजे १२ तास ४६ मिनिटें पर्यंत विषुवांशांच्या तारा रात्रींत केव्हां तरी मध्याह्नीं येतील.

अश्विनीची दुसरी तारा मध्याह्नीं आलेली दिसली; तिचे विषुवांश १।४८ आहेत. ह्यांतून १८।४६ वजा केले. तेव्हां बाकी ७ तास २ मिनिटें राहिलीं. इतकी ती तारा मध्यमरवीच्या पुढें आहे, असें झालें. मध्यमरवि १२ वाजतां मध्याह्नीं येतो म्हणून ती ७ वाजून २ मिनिटांनीं मध्याह्नीं येईल. इतके घड्याळांत करावे. सारांश मध्याह्नीं असलेल्या तारेच्या विषुवांशांत त्या दिवशींचे त्या वेळचे मध्यमरवीचे विषुवांश वजा करावे; बाकी राहील तितके वाजले असें समजावें. मध्याह्नीं एकादी ठळक तारा नसेल तर अंमळ वाट पहावी लागेल.

आतां, तारा मध्याह्नीं आली असें कसें समजावें? तें समजण्यास दिशासाधन केलेलें असेल तर चांगलें. दिशासाधनाच्या रीति पुष्कळ आहेत. त्यांत यंत्रादि सामुग्रीवांचून बहुधा पाहिजे तेथें दिशासाधन करण्याच्या दोन रीति येथें सांगतोः— समान भूमीवर एक शंकु (काठी किंवा खिळा) लंब होईल असा पुरावा. तो मध्य कल्पून पाहिजे तेवढ्या त्रिज्येनें एक वर्तुळ काढावें. तें जितकें मोठें असेल तितकें चांगलें. शंकूची अग्रछाया वर्तुळास दिवसांत केव्हां तरी स्पर्श करील, इतका तो उंच असावा. शंकूच्या टोंकाची छाया वर्तुळाच्या परिघास मध्याह्नापूर्वीं जेव्हां स्पर्श करील तेव्हां त्या स्पर्श बिंदुस्थानीं खूण करावी. तसेंच मध्याह्नानंतर ती अग्रछाया दुसऱ्या बाजूस परिघास जेथें स्पर्श करील त्या बिंदुस्थानीं खूण करावी. हे दोन बिंदु सांधणारी रेषा पूर्वपश्चिम दिशा दाखविणारी होते. म्हणजे अर्थात् तिजवर लंब काढावा, तो

उत्तरदक्षिण होतो. याप्रमाणें दिशासाधन एकदां केलें म्हणजे तें नेहमीं उपयोगीं पडेल. हें दिशासाधन सायन मकर किंवा कर्क या राशींत सूर्य प्रवेश करितो त्या दिवशीं, म्हणजे दिसेंबर व जून यांच्या २१ व्या तारखेच्या सुमारास करावें. परिघास अग्रछायेचा स्पर्श दोनप्रहरांच्या अगोदर थोडाच वेळ होईल अशी योजना करावी म्हणजे दिशासाधन अगदीं बिनचुक होईल; इतर दिवशीं दिक्साधन केलें तरी चालेल. परंतु तें जेव्हां करावयाचें तो दिवस सायन मकर व कर्क यांपासून जसा दूर असेल व परिघास अग्रछायेचा स्पर्श होण्याची वेळा मध्याह्नापासून जशी दूर असेल तसा स्थूलपणा राहण्याचा संभव आहे. परंतु तो फार आहे असें नाहीं. दिशा साधण्याची दुसरीही एक रीति आहे. ती अशीः—दहा वीस हात लांब दोरी घेऊन तिचें एक टोंक उघड्या जागेंत जमिनीपासून सुमारें पांच सहा हात उंचीवर कशास तरी बांधून स्थिर करावें. दुसरें एक टोंक धरून रात्रीस अशा ठिकाणीं उभें रहावें कीं दोरीच्या रेषेनें पाहिलें असतां ध्रुव दिसेल. अशा रीतीनें धरलेली दोरी हीच दक्षिणोत्तर रेषा होय. असो. याप्रमाणें उत्तरदक्षिणदिशा-दर्शक रेषा होईल त्याच अनुरोधानें आकाशांत याम्योत्तरवृत्त असावयाचें. एकदां साधारण दिशा समजल्या म्हणजे अजमासानें तारा मध्याह्नीं केव्हां आली हें समजेल.

परिशिष्ट १ यांतले रविविषुवांश फार सूक्ष्म नाहींत, व तारा मध्याह्नीं केव्हां येते हें साधारण अजमासानें पाहण्यांत कांहीं चूक होण्याचा संभव आहे. म्हणून ह्या रीतीनें घड्याळ लाविलें तर त्यांत कदचित् पांच चार मिनिटें चुकी असेल.

विषुववृत्तावर दिनमान सर्वदां ३० घटका असतें असें आपण म्हणतों. परंतु तें सर्वांशीं खरें नाहीं. सूर्य मध्याह्नीं येण्याच्या वेळा पृथ्वीवर लागू आहेत त्याप्रमाणें विषुववृत्तावरही लागू आहेत. त्या वेळा पाहिल्या तर त्यांवरून दिसतें कीं, कधीं सूर्य ११ वाजून ५२ मिनिटांनीं मध्याह्नीं आला तर दोन दिवसांनीं ५३ मिनिटांनीं येतो. म्हणजे १ मिनिट उशिरां येतो. असें वर्षांत बरेच वेळां होतें. अर्थात् १२ तासांत सुमारें ३० सेकंद फरक पडला. म्हणजे अर्थात् दिनमान १५ सेकंद, म्हणजे अर्ध्या पळाहून थोडें जास्त, इतकें वाढलें. विषुववृत्तावर दिनमान ३० घटकांहून कमजास्त होण्याचें मान फार तर १५ सेकंद आहे. म्हणून तेथें ३० घटका दिनमान असतें असें सामान्यतः म्हणतात.

तारा किंवा सूर्य यांचे उदयास्त पाहून त्यावरूनही घड्याळ अगदीं बरोबर लावितां येतें. क्षितिज बरोबर दिसलें पाहिजे, एवढीच ह्या गोष्टीला अडचण आहे. उदयास्त काढण्यास चरसंस्कार म्हणून एक संस्कार द्यावा लागतो. त्याची रीति, आणि कोणत्याही स्थळीं सूर्याचे उदयास्त काढण्याची रीति प्रोफेसर छत्रे यांच्या ग्रहसाधनकोष्टक या पुस्तकांत आहे.

हल्लीं मुंबईस व पुण्यास छापणाऱ्या पंचांगांत सूर्योदयास्तवेळा असतात. परंतु त्या मुंबईच्या आहेत. म्हणून मुंबईच्या इतके म्हणजे सुमारें १९ अक्षांश ज्या स्थलांचे आहेत त्यांस मात्र त्या लागू आहेत. उत्तरेस व दक्षिणेस एक एक अंशपर्यंत लागू केल्यास चालेल. परंतु कधीं कधीं २ मिनिटांची चूक पडेल. त्याच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस त्या वेळा उपयोगीं नाहींत. हल्लीं रोजनिश्यांतही तेच उदयास्त छापतात. व त्या रोजनिश्या व तीं पंचांगें पाहिजे त्या ठिकाणीं चालतात. मुंबईच्या अक्षांशांपेक्षां धुळ्याच्या अक्षांशांवर सूर्योदय कधीं कधीं ४ मिनिटें लवकर किंवा उशिरां होतो. (रेखांशांच्या फरकामुळें अंतर पडेल तें निराळें). दिसेंबरांत उशिरां होतो, जून महिन्यांत लवकर होतो. बेळगांवच्या अक्षांशांहून बडोद्याच्या अक्षांशांवर तर १२ मिनिटें लवकर किंवा उशिरां होतो.

एका याम्योत्तरवृत्तावर जितकीं स्थानें असतात त्यांस मध्याह्न एकदम होतो. दोन स्थलांमध्यें पूर्वपश्चिम अंतर म्हणजे रेखांशांचें अंतर १ अंश असलें तर मध्याह्नास ४ मिनिटांचा फरक पडतो. पूर्वेकडील १ अंशावर सूर्य ४ मिनिटें अगोदर मध्याह्नीं येतो, पश्चिमेकडच्या स्थळीं ४ मिनिटें मागाहून येतो. पुणें आणि मुंबई यांचें रेखांतर (देशांतर) एक अंश आहे. पुण्याच्या पश्चिमेस मुंबई आहे. आज १२ वाजतां सूर्य मध्याह्नीं येतो असें पंचांगांत दिलें आहे असें समजा. पुण्यास सूर्य मध्याह्नीं दिसला तेव्हां पुण्याच्या घड्याळांत १२ वाजले. त्याच्या मागाहून ४ मिनिटांनीं मुंबई येथें सूर्य मध्याह्नीं दिसला, तेव्हां मुंबईच्या घड्याळांत १२ वाजले. या वेळीं पुण्याच्या घड्याळांत १२ वाजून ४ मिनिटें झालीं असलीं पाहिजेत. दोन्ही घड्याळांत मध्याह्नीं १२ वाजले. परंतु तीं एके ठिकाणीं आणिलीं तर पुण्याचें घड्याळ मुंबईच्या पुढें ४ मिनिटें आहे असें दिसून येईल. हें अंतर सर्वकाल सारखें असा-*

* दोन स्थळांच्या सूर्योदयांत किंवा अस्तांत फरक पडण्यास रेखांशांखेरीज आणखी एक कारण असतें, म्हणून एका ठिकाणचा उदय झाल्यावर त्याच्या पश्चिमेस एक अंशाव-

वयाचें. यावरून दिसून येईल कीं, प्रत्येक ठिकाणचा निजकाल भिन्न आहे. मद्रास आणि मुंबई यांचें रेखांतर ७॥ अंश आहे म्हणून दोहों ठिकाणच्या घड्याळांत ३० मिनिटांचा फरक असतो. यावरून वास्तविक वेळ समजण्यास ज्या त्या ठिकाणचा निजकाल दाखविणारें घड्याळ पाहिजे हें उघड आहे. कोणत्याही ठिकाणीं सूर्योदिकांवरून लाविलेलें घड्याळ त्या ठिकाणचा निजकाल दाखवितें. एकाद्या ठिकाणचें घड्याळ बरोबर लावलें असलें तर त्यावरून दुसऱ्या ठिकाणचें लावितां येईल. त्या दोन ठिकाणांचें रेखांतर माहित असलें म्हणजे झालें. दर अंशास ४ मिनिटें फरक पडतो. मद्रास आणि पुणें ह्यांचें पूर्वपश्चिम अंतर म्हणजे रेखांशांचें अंतर ६॥ अंश आहे. मद्रासच्या पश्चिमेस पुणें आहे. म्हणून मद्रासचें (मद्रास टाईमचें) घड्याळ बरोबर लावलेलें असलें तर त्याहून २६ मिनिटें कमी केलीं म्हणजे पुण्याचा निजकाल दाखविणारें घड्याळ होईल. मुंबईच्या पूर्वेस १ अंश पुणें आहे म्हणून मुंबईटाईमच्या घड्याळापेक्षां ४ मिनिटें पुण्याच्या घड्याळांत जास्त करावीं. किंवा याप्रमाणें अंतर एकदां माहित असलें म्हणजे मद्रासटाईमच्या घड्याळावरूनही कोणत्याही ठिकाणचा निजकाल समजेल. जन्मपत्रिका, विवाहमुहूर्त, इत्यादिकांमध्यें निजकाल पाहिजे. नाहीं तर ती पत्रिका व मुहूर्त चुकीचा होईल.

नक्षत्रपटांतील स्थिति अमुक वाजतां दिसेल असें लिहिलें आहे, तें निजकालमानानें लिहिलें आहे. पुण्याच्या निजकालाचे ७ वाजतां पुण्यास जी स्थिति दिसेल तीच मुंबईच्या निजकालाचे ७ वाजतील तेव्हां मुंबईस दिसेल. अर्थात् नकाशांतल्या वेळा सर्वत्र उपयोगीं पडतील. मात्र त्या निजकालावरून लाविलेल्या घड्याळावरून पाहिल्या पाहिजेत. घड्याळ दुसऱ्या ठिकाणचें असेल तर दोन्हींमधील कालांचे अंतरावरून निजकाल काढून पहावें.

आपली घटिका ही मध्यकाल दाखविणारीच आहे. परंतु ती स्पष्ट सूर्योदयीं म्हणजे प्रत्यक्ष सूर्य अर्धा क्षितिजावर आला असें पाहून तेव्हां पाण्यांत

र असणाऱ्या ठिकाणीं चारच मिनिटें मागाहून होईल असा नियम नाहीं. मुंबईच्या पूर्वेस दोन रेखांशांच्या अंतरावर धुळें आहे. त्या मानानें तेथें सूर्योदय ८ मिनिटें अगोदर व्हावा. व मुंबईच्या अक्षांशावर धुळें असतें तर त्याप्रमाणें नेहमीं झाला असता. परंतु मुंबईहून धुळ्याचे उत्तर अक्षांश २ जास्त आहेत. म्हणून दिसेंबरांत धुळ्यास मुंबईच्या अगोदर ४ मिनिटें मात्र सूर्योदय होतो. जूनांत १२ मिनिटें अगोदर होतो.

टाकितात. यामुळें ती स्पष्टकाल दाखविते. आपण विवाहादि सर्व कृत्यांत स्पष्टकालमानानें चालतों व तें योग्यही आहे. परंतु घडयाळ मध्यममानाचें असतें. त्यांत सूर्योदयीं किंवा सूर्यास्तीं नेहमीं ६ वाजतात असें नाहीं. म्हणून घडयाळावरून काल ठरविणें तर त्या दिवशीं सूर्याचा उदय किंवा अस्त त्या ठिकाणीं केव्हां होतो हें माहीत असलें पाहिजे. म्हणजे त्यावरून स्पष्टकाल काढितां येईल. उदाहरण, सकाळीं ११ वाजतां कोणी स्त्री प्रसूत झाली. आणि त्या दिवशीं सूर्योदय ५॥ वाजतां झाला. तर प्रसूतिकालीं ५॥ तास म्हणजे १३॥। घटका दिवस आला होता, असें समजावें. याप्रमाणेंच विवाहादिकांचे मुहूर्ताविषयीं समजावें.

घडयाळ बिनचूक आहे अशी खात्री नाहीं किंवा तें अजमासानें लावलेलें आहे, आणि तशांत घडलेल्या एकाद्या गोष्टीचा वेळ बरोबर समजला पाहिजे, तर त्या वेळीं किती वाजले हें पाहून ठेवावें. पुढें घडयाळ दुरुस्त करण्याची संधि सांपडेल तेव्हां तें किती मागें किंवा किती पुढें आहे हें पहावें, म्हणजे त्यावरून त्या गोष्टीचा वेळ कायम ठरवितां येईल.

पृथ्वीच्या दैनंदिनप्रदक्षिणेस नेहमीं समानकाल लागतो असें वर सांगितलें. परंतु तें सर्वांशीं खरें नाहीं. पृथ्वी हें घडयाळ दोन हजार वर्षांवर्षीं लावून ठेविलें होतें अशी कल्पना केली, तर इतक्या कालांत तें सुमारें सवा तास मागें पडलें आहे. आणि हल्लीं तें १२ आठवडयांत एक सेकंद मागें पडतें. म्हणजे दोन हजार वर्षांपूर्वीं पृथ्वीला अक्षप्रदक्षिणेस जो काळ लागे त्याहून हल्लीं सेकंदाचा ८४ वा भाग जास्त लागतो. हा काल अत्यंत अल्प आहे. व तो पुढें त्याहूनही कदाचित् अल्प होईल. व आपलें घडयाळ लावतांना त्याबद्दल विचार आपल्यास करण्यास नको. कारण पृथ्वी, सूर्य, नक्षत्रें, हीं घडयाळें हल्लीं जशीं आहेत त्याप्रमाणें आपल्याला घडयाळ लावावयाचें. तीं घडयाळें प्राचीनकालीं व भविष्यत्कालीं कशीं कां असतना! तरी पृथ्वीवरील घडयाळांचें घडयाळही मंदशीघ्र होतें हें मनांत येऊन मन विस्मयभरित होतें.

पंचांग

चतुरंगबलो राजा जगतीं वशमानयेत् ।
अहं पंचांगबलवान् आकाशं वशमानये ।।

" हत्ती, घोडे इत्यादि चतुरंगबलयुक्त राजा पृथ्वी जिंकितो. मी पंचांगबलानें आकाश वश करितों. "

धर्मशास्त्र, व्यवहार, किंवा जिज्ञासा ह्यांतून कशाच्याही दृष्टीनें पाहिलें तरी पंचांगाची कांहीं माहिती असणें इष्ट आहे. म्हणून ती सांगतों. तिथि, वार, नक्षत्र, योग, करण हीं पंचांगाचीं पांच अंगें होत. ज्या दिवशीं चंद्रसूर्य एके ठिकाणीं असतात ती अमावास्या. अमावास्या या शब्दांतच हा अर्थ आहे. अमा ह्या अव्ययाचा अर्थ ' एके ठिकाणीं ' असा आहे. आणि वस् म्हणजे राहणें. अमावास्येस चंद्र दिसत नाहीं; परंतु गणितावरून ज्या वेळीं चंद्रसूर्यांचें पूर्वपश्चिम अंतर शून्य होतें तेव्हां अमावास्या तिथि संपते, असें मानतात. मग त्या वेळीं त्यांचें उत्तरदक्षिण अंतर शून्य असो किंवा नसो. तेंही मुळींच नसलें तर सूर्यग्रहण होतें. सूर्याहून चंद्राची गति फार जलद आहे. तो सूर्याजवळ येऊन लागलाच पुढें पूर्वेस जाऊं लागला म्हणजे प्रतिपदेस आरंभ झाला. दोघेही चालत असतात. दोघांमध्यें १२ अंश अंतर पडलें म्हणजे प्रतिपदा तिथि संपली. चंद्रसूर्यांमध्यें १२ अंश अंतर पडण्यास जो काल लागतो त्यास **तिथि** म्हणतात. हें अंतर पडण्यास मध्यम मानानें सुमारें ५९ घटिका ३ पळें लागतात. याप्रमाणें एकदां चंद्रसूर्य एकत्र आल्यापासून पुन्हा येतपर्यंत ३० तिथि होतात. परंतु त्यांचे २९॥ दिवस होतात. ह्या कालास चांद्रमास म्हणतात असें मागें सांगितलेंच आहे. १२ चांद्रमासांचे ३५४ दिवस होतात; व त्या कालांत ३६० तिथि होतात. अर्थात् तिथींची क्षयवृद्धि होऊन एकंदरींत ६ दिवस कमी होतात. चंद्राची गति कधीं शीघ्र असते, कधीं मंद असते. यामुळें एका तिथीस कधीं ६६ घटिका लागतात, कधीं ५० लागतात. आमच्या जुन्या पंचांगांत तिथि ५४ घटिकांहून कधीं कमी होत नाहीं. पंचांगांत तिथीचीं घटीपळें दिलेलीं असतात. प्रतिपदा रविवारीं ५४ घटिका १० पळें असेल तर त्याचा अर्थ असा कीं, रविवारीं सूर्योदयापासून इतका काळ

गेला तेव्हां प्रतिपदा तिथि संपली. म्हणजे त्या वेळीं सूर्यापुढें चंद्र १२ अंश गेला. तिथीचें मान कधीं ६० घटिकांहून जास्त होतें, यामुळें तिथीची वृद्धि होते. सोमवारीं ५८ घटिका द्वितीया आहे अशी कल्पना करा. पुढें १२ अंश अंतर पडण्यास ६५ घटिका लागल्या; तर सोमवारीं पहाटेस ५८ घटिकांपुढें राहिलेल्या २ घटिका, मंगळवार सर्व दिवसाच्या ६० घटिका, व बुधवारीं सूर्योदयानंतर ३ घटिका, अशा एकंदर ६५ घटिका जातील तेव्हां तृतीया संपेल. येथें तृतीयेची वृद्धि झाली. सूर्योदयीं जी तिथि वगैरे असेल ती पंचांगांत लिहितात. ह्या उदाहरणांत सोमवारीं द्वितीया लिहिली; मंगळवारीं व बुधवारीं तृतीया लिहावी लागेल. वाढलेली तिथि तीन वारांस स्पर्श करिते म्हणून तिला ‘ त्र्यहस्पृक् ’ म्हणतात. तिथीचें मान ६० घटिकांहून कमी असतें तेव्हां क्षय होतो. रविवारीं सूर्योदयानंतर २ घटिकांनीं दशमी संपली, पुढें एकादशीचें मान ५५ घटिका आहे असें समजा. अर्थात् सूर्योदयापासून ५७ घटिका गेल्यावर एकादशी संपून द्वादशी लागली. तेव्हां सोमवारीं सूर्योदयीं द्वादशी आली, म्हणून एकादशीचा क्षय झाला. एकादशी मुळींच नाहीं, असें नाहीं. ती सूर्योदयीं कोणत्याच दिवशीं नाहीं म्हणून तिचा क्षय मानिला इतकेंच. अशा वेळीं उपोषणास तर दोन एकादशा होतात. स्मार्त रविवारींच उपोषण करतील. परंतु वैष्णव सोमवारीं करितील. त्यांचा असा नियम आहे कीं प्रातःकाळीं थोडीशी दशमी असली, किंवा सूर्योद्‌यापूर्वीं ६ घटिकांत दशमी असली, तर त्या दिवशीं उपोषण करावयाचें नाहीं. अशा एकादशीला ते ‘ दशमीविद्ध ’ म्हणतात, व तिच्या दुसऱ्या दिवशीं उपोषण करितात.

३० तिथींत दोन पंध्रवडे होतात. ह्यांस पक्ष (पांख) म्हणतात. ज्या पक्षांत आवशीस काळोख असतो, त्यास **कृष्ण** म्हणजे काळोखाचा पक्ष म्हणतात, आणि ज्यांत आवशीस चांदणें असतें तो **शुक्ल** पक्ष. नर्मदेच्या उत्तरभागीं पूर्णिमान्त मान चालतें. त्या संबंधी कोणाची अशी समजूत असते कीं आमचा शुक्लपक्ष-तो तिकडच्यांचा कृष्णपक्ष. परंतु शुक्ल, कृष्ण हीं नांवें अन्वर्थ आहेत. एके ठिकाणीं जो शुक्लपक्ष तो पृथ्वीवर कोठेंही गेलें तरी शुक्लपक्षच असावयाचा.

शुक्लपक्षांत सूर्यास्ताच्या वेळीं व कृष्णपक्षांत सूर्योदयाच्या वेळीं चंद्र आकाशांत कोठें आहे हें पाहून स्थूल मानानें तिथि कळेल. क्षितिजापासून खस्वस्तिकापर्यंत ९० अंश होतात. सूर्य मावळतांच चंद्र खस्वस्तिकीं किंवा या-

म्योत्तरवृत्तावर कोठें तरी दिसला तर तो सूर्याच्या पुढें ९० अंश आहे, म्हणून १२ अंशांस १ प्रमाणें ७ तिथि होऊन अष्टमी सुरू आहे असें समजावें. खस्वस्तिकाच्या पूर्वेस अर्ध्या आकाशांत चंद्र आहे, तर तो सूर्यापासून (९०+९०/२ =)१३५ अंशांवर आहे; म्हणजे त्या वेळीं द्वादशी तिथि आहे. कृष्णपक्षांत सूर्योदयीं चंद्र पश्चिमेस क्षितिजावर ४५ अंश आहे, तर तो सूर्याच्या पुढें अर्धें आकाश म्हणजे १८० अंश जाऊन आणखी ४५ अंश म्हणजे एकंदर २२५ अंश पुढें आहे. तेव्हां १८ तिथि होऊन कृष्णचतुर्थी सुरू आहे. दररोज चंद्र सुमारें दोन दोन घटिका मागाहून उगवतो. शुक्लपक्षांत तिथीच्या दुपटी इतक्या घटिका दिवसास चंद्र उगवतो. नवमीस १८ घटिका दिवसास उगवतो. कृष्णपक्षांत पूर्णिमेपासून गेलेल्या तिथींच्या दुपटी इतक्या घटिका रात्रीस चंद्र उगवतो. कृष्णचतुर्थीस ८ घटिका रात्रीस उगवतो. ही रीति सुमाराची आहे. ह्या रीतीनें आलेल्या वेळेंत एकादी घटिका मागेंपुढें होईल.

वार हें पंचांगाचें दुसरें अंग होय. आमच्या प्राचीन ज्योतिष्यांच्या मतें सर्व ग्रह पृथ्वीसभोंवतीं फिरतात, त्यांचा क्रम शेवटाकडून घेतला तर शनि, गुरु, मंगळ, रवि, शुक्र, बुध, चंद्र असा आहे. यांतला प्रथम शनि घेऊन पुढें चवथा चवथा ग्रह पुनःपुनः घेतला म्हणजे सात वार क्रमानें येतात. होरा या संज्ञेचे दिवसाचे २४ भाग करून त्यांचे शनि इत्यादि ग्रह क्रमानें स्वामी मानितात. अर्थात् दिवसांत सर्व ग्रह ३ वेळा होऊन आणखी ३ होतात. म्हणजे एके दिवशीं पहिल्या होरेचा स्वामी शनि मानिला तर दुसऱ्या दिवशीं पहिल्या होरेचा स्वामी रवि होतो. तिसरे दिवशीं चंद्र येतो. पहिल्या होरेचा जो अधिप तोच त्या वाराचा स्वामी. याप्रमाणें रवि, चंद्र, मंगळ, हा क्रम प्रथम उत्पन्न झाला. व पृथ्वीवर हल्लीं जेथें वार चालतात तेथें हाच क्रम आहे. इतकेंच नाहीं तर आपल्या देशांत आज जो वार तोच पृथ्वीवर आज सर्वत्र आहे. या वारांचीं नांवेंही सर्व देशांत बहुधा एकाच अर्थाचीं आहेत.

नक्षत्रांच्या तारा सर्व सारख्या अंतरावर नाहींत, म्हणून क्रांतिवृत्ताचे २७ विभाग मानून त्यांतल्या प्रत्येकास नक्षत्र म्हणतात असें मागें सांगितलेंच आहे. प्रत्येक नक्षत्रामध्यें १३ अंश २० कला होतात. इतकें अंतर चालण्यास चंद्रास जो काळ लागतो त्यास नक्षत्र म्हणतात. मध्यम मानानें एक चंद्र-नक्षत्र ६० घटिका ४२ पळें असतें. कधीं याहून कमजास्त यामुळें वृद्धिक्षय होतात. त्याविषयीं नियम तिथीप्रमाणेंच आहेत.

पंचांगांत रोजचीं नक्षत्रें दिलेलीं असतात तीं चंद्राचीं होत. म्हणजे चंद्र त्या दिवशीं त्या नक्षत्राजवळ असतो, असें समजावयाचें. ह्यांस चंद्रनक्षत्रें किंवा दिननक्षत्रें असेंही म्हणतात. जसा चंद्र नक्षत्रांतून फिरतो त्याप्रमाणें सर्व ग्रह नक्षत्रांतून फिरतात. सूर्यास एक नक्षत्र क्रमण्यास १३ किंवा १४ दिवस लागतात. आर्द्रा इत्यादि जीं पावसाचीं नक्षत्रें त्यांस सूर्यनक्षत्रें असेंही म्हणतात. सूर्यनक्षत्रें पावसाळीं जशीं असतात तशीं इतर ऋतूंतही असतात. तीं पंचांगांत दिलेलीं असतात. सूर्यास सर्व नक्षत्रांतून फिरण्यास एक वर्ष लागतें. पाऊस सूर्यावर अवलंबून आहे. म्हणून ज्या नक्षत्रीं सूर्य असतां पाऊस पडतो त्यांस पावसाचीं नक्षत्रें म्हणतात. इतर ग्रह कोणत्या नक्षत्रीं असतात हें आमच्या इकडच्या पंचांगांत लिहीत नाहींत. परंतु इंदुर, ग्वाल्हेर, तेलंगण, मलबार, बंगाला वगैरे प्रांतांतील पंचांगांत लिहितात.

अश्विनीपासून विभागात्मक सवादोन नक्षत्रांचा एक राशि असे क्रांतिवृत्ताचे जे १२ भाग त्यांस मेष, वृषभ इत्यादि नांवें आहेत. सूर्याचें एका राशींतून दुसऱ्या राशींत जें जाणें त्यास संक्रांति किंवा संक्रमण म्हणतात. तो मेष राशींत ज्या वेळीं जातो त्या वेळीं मेषसंक्रमण होतें. याप्रमाणें चंद्रादिकांच्याही राश्यंतरास संक्रमण म्हटलें असतां चालेल. चंद्र एका राशींत सुमारें दोन अडीच दिवस असतो. सूर्य एक महिना असतो. कोणाची जन्मराश मेष आहे असें म्हणतात, याचा अर्थ असा कीं, तो जन्मला त्या वेळीं चंद्र त्या राशींत होता. नक्षत्रांवरून राशि किंवा राशीवरून नक्षत्र समजण्याचें कारण वारंवार पडतें. म्हणून त्यांचें कोष्टक येथें देतों.

नक्षत्रें	राशि	नक्षत्रें	राशि
१ अश्विनी २ भरणी ३ कृत्तिकांचा पाद	मेष १	पुनर्वसु पाद ८ पुष्य ९ आश्रेषा	कर्क ४
कृत्तिका तीन पाद ४ रोहिणी ५ मृगशीर्ष अर्ध	वृषभ २	१० मघा ११ पूर्वा १२ उत्तरा पाद	सिंह ५
मृगशीर्ष अर्ध ६ आर्द्रा ७ पुनर्वसु तीन पाद	मिथुन ३	उत्तरा तीन पाद १३ हस्त १४ चित्रा अर्ध	कन्या ६

	चित्रा अर्ध			उत्तराषाढा३पाद	
१५	स्वाती	तुला ७	२२	श्रवण	मकर १०
१६	विशाखा ३ पाद		२३	धनिष्ठा अर्ध	
	विशाखा पाद			धनिष्ठा अर्ध	
१७	अनुराधा	वृश्चिक ८	२४	शततारका	कुंभ ११
१८	ज्येष्ठा		२५	पूर्वाभाद्र. ३ पाद	
१९	मूळ			पूर्वाभाद्रप. पाद	
२०	पूर्वाषाढा	धनु ९	२६	उत्तराभाद्रपदा	मीन १२
२१	उत्तराषाढा पाद		२७	रेवती	

चैत्र इत्यादि नांवें प्रथम चित्रा इत्यादि नक्षत्रांवरून पडलीं आहेत हें मागें सांगितलेंच आहे. परंतु त्या त्या नक्षत्रींच चंद्र नेहमीं पूर्ण होतो असें नाहीं; मागेंपुढेंही एकाद्या नक्षत्रीं होतो. उदाहरणार्थ चैत्रांत पूर्णिमेच्या दिवशीं हस्त, चित्रा, स्वाती यांतून कोणतेंही नक्षत्र असतें. सांप्रत असा नियम आहे कीं, ज्या चांद्रमहिन्यांत सूर्याचें मेषसंक्रमण होईल त्याचें नांव चैत्र. ज्यांत वृषभ होईल त्याचें नांव वैशाख. याप्रमाणेंच पुढें समजावें. ज्या महिन्यांत सूर्याचें संक्रमण होणार नाहीं त्यास **अधिकमास** म्हणतात. आणि त्यास हल्लीं त्याच्या पुढील महिन्याचें नांव देतात. चांद्रमासाचें मान सुमारें २९॥ दिवस आहे. आणि सूर्यास एक राशि क्रमण्यास २९॥ हून जास्त दिवस लागतात. एकदां चैत्रशुक्लप्रतिपदेस मेषसंक्रांति झाली अशी कल्पना करा. तर पुढील संक्रांति क्रमानें एक दोन तिथि पुढें जातां जातां कांहीं महिन्यांनीं अमावास्येच्या सुमारास संक्रांति होईल. श्रावणांत वद्य १४ च्या दिवशीं सिंहसंक्रांति झाली अशी कल्पना करा; दुसरे दिवशीं अमावस्या झाली; पुढें दुसरी अमावास्या होईपर्यंत संक्रांति मुळींच झालीं नाहीं; त्याच्या पुढील महिन्यांत शुक्ल प्रतिपदेस कन्या संक्रांति झाली; तर त्या महिन्याचें नांव भाद्रपद होईल; मध्यें एका महिन्यांत संक्रांति मुळींच झाली नाहीं, म्हणून तो अधिक झाला; त्यास त्याच्या पुढील महिन्याचें नांव देतात, म्हणजे अधिकभाद्रपद म्हणतात.

बारा चांद्रमासांचे ३५४ दिवस होतात. आणि सौरवर्षाचे दिवस सुमारें ३६५। आहेत. ऋतु सूर्यावर अवलंबून आहेत, म्हणून वर्ष सौरमानाचें पाहि-

जे. मुसलमान लोक हिजरि सनाचें वर्ष सौर धरीत नाहींत. म्हणून त्यांच्या मोहरम महिन्यांत एकदां हिंवाळा असला तर काहीं दिवसांनीं पावसाळा येतो. आपण महिने चांद्र घेतों. परंतु ऋतूंचा फरक पडूं नये, चैत्रांत नेहमीं वसंत ऋतु यावा, म्हणून वर्ष सौर घेतों. दोन्ही मानांचा मेळ बसण्याकरितां मध्यें ज्या महिन्यांत संक्रांति येणार नाहीं तो अधिकमास धरतों. आपल्या देशांत चांद्रमान सर्वत्र चालतें. परंतु मलबारांत व बंगाल्यांत व्यवहारास सौरमास घेतात. मलबारांत त्यांचीं नांवें मेष, वृषभ अशीं आहेत. बंगाल्यांत चैत्र, वैशाख अशीं आहेत. तेथें मेष संक्रांति ज्या दिवशीं होईल त्याच्या दुसऱ्या दिवशीं सौर वैशाख सुरू होतो, अशी रीति आहे.

सांप्रत सूर्याची गति कार्तिक, मार्गशीर्ष, पौष या महिन्यांत जलद असते. त्यास वृश्चिक, धन, मकर ह्या राशि क्रमण्यास २९॥ दिवसांहून कमी दिवस लागतात. म्हणून तेव्हां एकाद्या चांद्र महिन्यांत दोन संक्रांति होण्याची संधि कधीं कधीं येते. अशा वेळीं क्षयमास होतो. हा एकदां आल्यापासून प्रायः १४१ किंवा १९ वर्षांनीं पुन्हां येतो. जेव्हां येतो तेव्हां त्याच्याबद्दल अधिक महिना त्याच्या मागें किंवा पुढें ३।४ महिन्यांत येतो. हल्लीं चालू असलेल्या पंचांगांच्या मानानें हें लिहिलें आहे. त्या मानानें शके १७४४ मध्यें मार्गशीर्ष क्षय झाला होता. पुढें शके १८८५ मध्यें तोच क्षय होईल. नर्मदेच्या दक्षिणभागीं चांद्रमास अमावास्येपासून अमावास्येपर्यंत मोजतात. तो अमावास्येस संपतो म्हणून त्यास अमान्त म्हणतात. नर्मदेच्या उत्तरभागीं पूर्णिमान्त मास चालतो. बाजूस दोहोंच्या पक्षांची व्यवस्था दाखविली आहे. नर्मदोत्तरभागीं पूर्णिमान्त मास चालतात, तरी अधिकमास अमान्तावरून म्हणजे आमच्याप्रमाणें धरितात.

अमान्त		पूर्णिमान्त
चैत्र	शुक्ल पक्ष	चैत्र
	कृष्ण पक्ष	वैशाख
वैशाख	शुक्ल पक्ष	वैशाख
	कृष्ण पक्ष	जेष्ठ

नक्षत्रास आरंभ कोठून करितात म्हणजे चंद्रादिक कोठें आले असतां ते पहिल्या नक्षत्रीं आले असें मानितात हा विचार केला पाहिजे. वसंतसंपात मागें सांगितला तो स्थिर नाहीं. तो नक्षत्रांत उलटा जातो. यामुळें अश्विन्यादि नक्षत्रें संपातापासून थोडीं थोडीं पुढें जातात असें दिसतें. सूर्याचें उदगय-

न किंवा दक्षिणायन संपातास अनुसरून आहे. म्हणजे संपातापासून ९० अंशांवर उत्तरेस किंवा दक्षिणेस सूर्य असतो तेव्हां अयनें होतात. नक्षत्रांत संपात मागें येतो, त्याप्रमाणें अयनबिंदूही मागें चळतात. वेदांगज्योतिष म्हणून आपला प्राचीन ग्रंथ आहे, त्यांत धनिष्ठांच्या आरंभीं सूर्याचें उदगयन होतें असें सांगितलें आहे. शके ४२७ मध्यें उत्तराषाढांच्या दुसऱ्या चरणीं उदगयन होत असे, असें वराहमिहिरानें सांगितलें आहे. सांप्रत मूळांच्या तिसऱ्या चरणामध्यें होतें. अयनाच्या ह्या गतीस अयनचलन म्हणतात. ही गति फार थोडी आहे. वर्षांत सुमारें ५० विकला आहे. इतकीच संपाताचीहि गति आहे. आमच्या प्राचीन ज्योतिषग्रंथांतील वर्षाचें मान जितकें आहे, तितक्या कालांत संपातगति सुमारें ५९ विकला होते. परंतु त्या ग्रंथांत ती ६० विकला मानिली आहे. सूर्यसिद्धांतादि ग्रंथांतलें ग्रहांची स्थिति सांगण्याचें आरंभस्थान शके ४४४ च्या सुमारास संपातांत होतें. व रेवती नक्षत्रांपैकीं २२ वी तारा (परिशिष्ट १ पहा.) त्या वेळीं त्याच्या जवळ होती. ही तारा सांप्रत संपातापासून पूर्वेस १८। अंशांवर आहे. ही तारा आरंभस्थानीं कै० वा० केरोपंतांनीं मानिली आहे. आमच्या ज्योतिषग्रंथांत संपातगति सुमारें ६० विकला मानिली आहे, यामुळें त्यांतलें आरंभस्थान वर्षास संपातापासून इतकें पुढें जातें. सांप्रत तें सुमारें २२ अंश पुढें आहे. सायन पंचांगांत संपात हें आरंभस्थान मानितात. संपातीं कोणताही ग्रह आला म्हणजे तेव्हां तो सायन मानानें अश्विनी नक्षत्रीं आला. त्याच्या पुढें १८। अंशांवर म्हणजे रेवती तारेशीं येईल, तेव्हां केरोपंती (पटवर्धनी) पंचांगाप्रमाणें त्याचें रेवती नक्षत्र संपून तो अश्विनीं नक्षत्रीं आला. आणि त्यापुढें ४ अंशांवर जाईल तेव्हां आपल्या देशांत हल्लीं चालणाऱ्या ग्रहलाघवादि ग्रंथांवरून केलेल्या पंचांगांप्रमाणें अश्विनी नक्षत्रीं आला असें मानितात. सायन पंचांगांत ग्रहांचें स्थान मोजतांना अयनगति हिशेबांत घेतात म्हणून त्यास सायन (अयनयुक्त) गणनेचें पंचांग म्हणतात. केरोपंती किंवा ग्रहलाघवी यांत ती घेत नाहींत, म्ह-

१—ह्यावरून त्या ग्रंथाचा काल शकापूर्वी १४८८ वर्षें हा येतो. २—क्रांतिवृत्तावर विषुववृत्त मागें सरकतें. सुमारें २६००० वर्षांत त्याचा एक फेरा होतो. यामुळें इतक्या कालांत विषुववृत्ताचा ध्रुव क्रांतिवृत्ताच्या ध्रुवाभोंवतीं सुमारें २३॥ अंश त्रिज्येच्या वर्तुळांत प्रदक्षिणा करितो. व यामुळेंच विषुववृत्ताच्या ध्रुवस्थानीं सर्वकाळ एकच तारा नसते. ३—ग्रहलाघव ग्रंथ गणेश दैवज्ञानें शके १४४२ मध्यें रचिला.

णून तीं निरयनगणनेचीं पंचांगें होत. संपात आणि निरयनपंचांगांचें आरंभ-स्थान ह्यांतील अंतराचे अंशांस **अयनांश** म्हणतात. अयनचलनाचा विचार करीत असतां सांप्रत प्रसिद्ध होणाऱ्या तीन* प्रकारच्या पंचांगांचा विचार ओघानें आला. त्या तीन पंचांगांतला मुख्य भेद वर सांगितला. त्या भेदामुळें ग्रहलाघवी पंचांगांत एकादी सूर्यसंक्रांति ज्या दिवशीं होईल त्याच्या अगोदर सुमारें ४ दिवस केरोपंतींत होते, आणि त्याच्या अगोदर १८ दिवस म्हणजे ग्रहलाघवीच्या अगोदर २२ दिवस सायनपंचांगांत होते. यामुळें तिन्ही पंचांगांतील महिन्यांचीं नांवें कधीं कधीं भिन्न असतात. व अधिकमास भिन्न होतो. संपातापासून सूर्य निघाल्यापासून पुन्हा तो तेथें येण्यास ३६५ दिवस १४ घटका ३२ पळें लागतात. इतक्या काळास **सायन सौरवर्ष** म्हणतात. केरोपंती पंचांगाचें वर्षमान ३६५ दिवस १५ घटका २३ पळें आहे. रेवतीपासून सूर्य निघाल्यापासून पुन्हां तेथें येण्यास इतका काल लागतो. ह्या काळास **नाक्षत्र सौरवर्ष** म्हणतात. ग्रहलाघवी पचांगाचें वर्ष ३६५ दिवस १५ घटका आणि ३१ पळें आहे.

आकाशांत सूर्याचें दक्षिणायन किंवा उदगयन प्रत्यक्ष ज्या दिवशीं होतें त्याच दिवशीं सायनपंचागांत असतें. व त्याच दिवशीं त्यांत मकर किंवा कर्क संक्राति होते. वसंतसंपातीं सूर्य येतो तेव्हां नेहमीं वसंतऋतु असावयाचा. तेव्हांच सायनपंचागांतली मेष संक्रांति व चैत्र येतो. म्हणून सायन मानानें चैत्रांत नेहमीं वसंतऋतु येईल. केरोपंती किंवा ग्रहलाघवी पंचांगांप्रमाणें कालांतरानें चैत्रांत पावसाळा येईल. ही गोष्ट स्वतः केरोपंतांनीं कबूल केली होती व सर्व गणितज्ञ कबूल करितात.

तिथीचा संबंध आरंभस्थानाशीं नाहीं, यामुळें तिन्ही प्रकारच्या पंचांगांच्या तिथि जमतात. कधीं कांहीं घटकांचा फरक पडतो, तो जुन्या पंचांगांत रविचंद्रांच्या गतींत थोडी चूक आहे म्हणून पडतो. ग्रहणास फरक यामुळेंच पडतो. ग्रहांच्या गति हल्लींच्या शोधाप्रमाणें बिनचूक घेतल्या म्हणजे ग्रहणें, युति, इत्यादि गोष्टी जुन्या पंचांगाच्या मानानें देखील बरोबर अनुभवास येतील. त्यास केरोपंती निरयन किंवा सायन मानच पाहिजे असें नाहीं. परंतु जुन्या पंचांगाचें वर्षमान सायन नाहीं आणि नाक्षत्रही नाहीं. तें बदललेंच पा-

* सायन पंचांग बुडाल्याचा उल्लेख मागें टिपेंत केलाच आहे. खेरीज ४ थें केतकी पचांग हल्लीं निघत आहे त्याचा उल्लेख ग्रंथकर्ते ह्यात असते तर त्यांनीं केला असता.

हिजे. आरंभस्थानीं ग्रह आला म्हणजे अश्विनींत आला. तिन्ही पंचांगांचें आरंभस्थान भिन्न, यामुळें तिहींच्या नक्षत्रांत फरक पडतो. ग्रहलाघवी पंचांगाहून केरोपंतींत हल्लीं सुमारें पाव नक्षत्र पुढें असतं व सायनांत १॥। नक्षत्रें पुढें असतात.

निरयन पंचांगांतलीं नक्षत्रें विभागात्मकच आहेत. तरी पंचागांत जो ग्रह ज्या नक्षत्रीं असेल, त्याच्या तारांच्या आसपास किंवा कदाचित् थोडा मागेंपुढें तो ग्रह दिसतो. सायन नक्षत्रें निराळीं आणि तारात्मक निराळीं, यामुळें तारा आणि ग्रह यांच्या युति केव्हां होतील हें सायन पंचांगांत दिलेलें आहे.

सायन पंचांगाप्रमाणें ऋतु सर्वकाळ बरोबर मिळतील; सायन नक्षत्रें आणि तारात्मक नक्षत्रें यांचा मेळ राहणार नाहीं. निरयन पंचागांत नक्षत्रें आणि तारा यांचा मेळ बहुधा असतो. परंतु ऋतु चुकतात. व पुढें फारच चुकतील.

योग म्हणजे बेरीज. चंद्रसूर्यांच्या गतींची बेरीज १३ अंश २० कला होण्यास जो काळ लागतो, तितक्यांत एक **योग** होतो. हे योग २७ आहेत. तिथिनक्षत्रांचा आकाशांतल्या स्थितीशीं संबंध आहे, तसा योगांचा कांहीं दिसत नाहीं. शके ९५० च्या पूर्वी हे नव्हते; त्यानंतर पंचांगांत आले, असें माझें मत आहे. चंद्र आणि सूर्य यांची क्रांति समान होते तेव्हां व्यतिपात आणि वैधृति हे होत असतात. त्यांस महापात म्हणतात. हे पंचांगांत निराळे दिले असतातच. हे मात्र प्राचीन आहेत. हे सुमारें १३ दिवसांच्या अंतरानें होतात.

करण म्हणजे तिथीचें अर्ध. चांद्रमासांत ३० तिथी व ६० करणें असतात. चंद्रसूर्यांमध्यें ६ अंश अंतर झालें म्हणजे एक करण होतें. बव, बालव इत्यादि करणांचे पर्याय शुक्लप्रतिपदेच्या उत्तरार्धापासून ८ होतात; आणि पुढें शकुनि वगैरे ४ करणें असतात, मिळून महिन्यांत ६० करणें होतात. सायननिरयन पंचांगांतलीं करणें एकच असतात. योग भिन्न असतात.

पंचांगाचीं पांच अंगें झालीं. हल्लीं इतर पुष्कळ उपयोगी गोष्टीही पंचांगांत देतात. एकादशीचें उपोषण कधीं, श्रावणी कधीं, वगैरे गोष्टी धर्मशास्त्रावरून देतात. त्यांचा ज्योतिषगणिताशीं संबंध नाहीं. धर्मशास्त्राच्या ग्रंथांत कोठें कोठें मतभेद पडतो, म्हणून दसरा आज करावा कीं उद्यां करावा असे वाद कधीं कधीं पडतात. अर्थात् ह्या वादाला कारण पंचांगांतली चूक हें नव्हे.

आमच्या प्रांतांतल्या पंचांगांत पंध्रवड्याच्या पृष्ठाच्या उजव्या अंगास वरील कोंपऱ्यांत रवि, चंद्र इत्यादि ग्रहांचीं नांवें संक्षेपानें देऊन त्यांखालीं आं-

कडे दिलेले असतात. त्यांवरून पूर्णिमा किंवा अमावास्या या दिवशीं प्रातःकालीं आकाशांत ते ग्रह कोठें आहेत हें समजतें. रवीच्या खालीं १।२०।४६।१२ असे आंकडे आहेत असें समजा. याचा अर्थ रवि एक राश भोगून दुसऱ्या राशींत २० अंश ४६ कला १२ विकला या जागीं आहे. राशीचे अंश ३० होतात. मंगळादि पांच ग्रहांतील कोणच्याही स्थितींतून सूर्याची स्थिति वजा केली तर तो ग्रह सूर्यापुढें किती आहे हें समजेल. बाकी राहील तींतील राशींच्या दुपटी इतके तास आणि अंशांच्या चौपट मिनिटें इतका काळ दोनप्रहरपासून जाईल तेव्हां ते ग्रह मध्याह्नीं येतील असें स्थूलमानानें समजावें.

प्रभव इत्यादि संवत्सरांचा आरंभ आपलेकडे चैत्राच्या आरंभींच होतो. परंतु हे संवत्सर मूळचे बार्हस्पत्य मानाचे आहेत. बृहस्पतीला एक राशि क्रमण्यास मध्यममानानें सुमारें ३६१ दिवस लागतात. इतक्या कालांत एक बार्हस्पत्य संवत्सर होतो. यामुळें सुमारें ८५ सौरवर्षांत ८६ बार्हस्पत्य संवत्सर होतात. म्हणजे एका संवत्सराचा क्षय होतो. ही पद्धति नर्मदेच्या उत्तरेस अजून चालते. आपलेकडेही शके ७२६ पर्यंत चालत होती. पुढें बंद झाली. म्हणजे क्षयसंवत्सर मानण्याची रीति बंद झाली. यामुळें उत्तरेकडील संवत्सर आमच्यापेक्षां हल्लीं १२ नीं पुढें आहे.

पूर्वीं गांवोगांवचे जोशी पंचांगें करीत असत. हल्लीं, मुंबई, पुणें येथील पंचांगें सर्व महाराष्ट्र देशांत चालतात. परंतु वस्तुतः ज्या त्या ठिकाणचें पंचांग निराळें असणें चांगलें. निदान दर जिल्ह्यास तरी निराळें पाहिजे. थोड्याशा युक्तीनें एका ठिकाणचें पंचांग दुसऱ्या स्थळीं उपयोगीं पडेल. दोन स्थलांच्या रेखांशांचें अंतर काढावें. दर अंशास १० पळें म्हणजे ४ मिनिटें इतकें अंतर दोहोंच्या वेळांत पडतें. पंचांगाच्या स्थलाच्या पूर्वेस इष्ट स्थल असेल तर तें अंतर पंचांगांत दिलेल्या वेळेंत मिळवावें; आणि पश्चिमेस असेल तर वजा करावें. उदाहरण, पुण्याच्या पंचांगांत एकादशी ४० घटका १० पळें आहे. पुणें आणि बार्शी यांच्या रेखांशांचें अंतर सुमारें २ अंश आहे. आणि बार्शी पुण्याच्या पूर्वेस आहे. तर बार्शी येथें एकादशी ४० घटका ३० पळें समजावी. पुण्याच्या पश्चिमेस मुंबई एक अंश आहे. तर मुंबई येथें एकादशी ४० घटकाचें* आली. हा नियम तिथि, नक्षत्र, योग, करण, चंद्रसूर्यादिकांचीं

* हल्लीं मुंबईपुण्याचीं पंचांगें नांवाला मात्र भिन्न असतात. म्हणून त्यांत हें १० पळांचें अंतर असत नाहीं.

राश्यंतरें व नक्षत्रांतरें, चंद्रग्रहण, यांच्या वेळांस लागू आहे. चंद्रग्रहण पुण्यास निजकालाच्या ३ वाजतां सुटलें तर बार्शीस निजकालाचे ३ वाजून ८ मिनिटांनीं सुटेल. सूर्यग्रहणास ही गोष्ट लागू नाहीं. हल्लींच्या या प्रांतांतील सर्व पंचांगांत तिथ्यादिकांचीं घटीपळें मध्यम-सूर्योदयापासून असतात. तीं वस्तुतः स्पष्टोदयापासून पाहिजेत. तशीं करणें तर आणखी २ संस्कार करावे लागतात. ते सायन पंचांगांत सांगितले आहेत. येथें सांगणें तर फार विस्तार होईल.

आमच्या पंचांगांतील बहुतेक अंगांचा संबंध आकाशांतील कोणत्या ना कोणत्या तरी स्थितीशीं आहे. युरोपियन पंचांगांतील बहुतेक अंगें कृत्रिम आहेत. त्यांचे वर्षाचे दिवस ३६५ किंवा ३६६; महिन्याचे दिवस २८, २९, ३०, ३१; हीं मानें आकाशांतली कोणतीही स्थिति दाखवीत नाहींत. आमचें पंचांग नैसर्गिक आहे.

पंचांगांत आरंभीं संवत्सरफलें दिलेलीं असतात. त्यांत त्या संवत्सरांत राजा कोण, मंत्री कोण, वगैरे सांगून त्यांचीं फळें सांगितलीं असतात. चैत्र शुक्ल प्रतिपदेस जो वार असेल तो राजा; सूर्याचें मेष संक्रमण ज्या वारीं होईल तो मंत्री; आर्द्राप्रवेश ज्या वारीं होईल तो मेघेश; कर्क, सिंह आणि धनु हीं संक्रमणें ज्या वारीं होतील ते क्रमानें पूर्वधान्यें, सेना, पश्चिमधान्यें, यांचे अधिप; असा नियम आहे. अमक्याचा स्वामी अमुक असतां अमुक फल होतें असें ठरलेलें आहे. त्यांत चंद्र, बुध, गुरु, शुक्र हे शुभग्रह मानिले आहेत. यांचीं फलें चांगलीं असतात. इतरांचीं बहुधा वाईट असतात. कांहीं पंचांगांत अधिप यांपेक्षां बरेच जास्त असतात. विंशोपकांत आपलेकडे फार गोष्टी असतात. इतक्या इतर बहुतेक प्रांतांतल्या पंचांगांत नसतात.

पंचांगांत दुसऱ्या किरकोळ गोष्टी बऱ्याच असतात. परंतु विस्तारभयास्तव त्या येथें सांगत नाहीं.

ग्रहणें

सहस्ररश्मि प्रकाशलेला आहे, सर्व लोक आपल्या कामांत मग्न आहेत, पशुपक्ष्यादि प्राणी भक्ष्यादिकांच्या उद्योगांत आहेत, इतक्यांत अकस्मात् अंधकार पडला, रात्र होण्याची वेळ नसतां रात्र झाली, अथवा सगळ्या कलांनीं प्रकाशलेल्या चंद्राचें आनंददायक चांदणें पडलें असतां एकदम तें नाहींसें होऊन चंद्र काळाठिक्कर पडला; तर मनुष्यादि सर्व प्राण्यांस अति आश्चर्य वाटेल, फार भीति उत्पन्न होईल, आणि ते वेड्यासारखे होतील. कधीं कधीं असें होतें, असें ज्यांस स्वानुभवानें किंवा परंपरागत गोष्टी ऐकून माहीत नसेल त्यांची अवस्था तर विलक्षणच होईल. पशुपक्ष्यादि प्राणी आणि रानटी लोक ह्यांस परंपरागत इतिहास कोठचा, आणि त्यांस स्वानुभवाचें स्मरण कोठचें राहणार ? खग्रास सूर्यग्रहण किंवा चंद्रग्रहण पाहून सर्वकाल त्यांची अवस्था अशीच होणार. कोलंबस अमेरिकेंत गेला होता, तेव्हां तो एका बेटांत असतां तेथले लोक त्यास अन्नादि सामुग्रीचा पुरवठा करीत असत. परंतु पुढें कांहीं कारणानें त्यांचें आणि कोलंबसाच्या लोकांचें वैमनस्य आल्यामुळें बेटांतले लोक पुरवठा करीतनासे झाले. अशा संधीस खग्रास-चंद्रग्रहण आलें. तें कोलंबसास समजलें होतें. त्यानें त्या लोकांस सांगितलें कीं, तुम्हांवर देवाचा कोप झाला आहे; त्याचें चिन्ह आज रात्रीं तुम्हांस दिसेल. एकाएकीं अंधार पडेल; चंद्र प्रथम काळा दिसेल; आणि मग लाल दिसूं लागेल. त्याप्रमाणें रात्रीं झालें. तेव्हां त्या लोकांस अतिशयित भीति वाटून त्यांनीं कोलंबसास तत्काल धान्यादिक आणून दिलें. विद्याचारसंपन्न देशांत देखील आद्यस्थितींत खग्रासग्रहणांनीं मनुष्यांची अशीच स्थिति कांहीं काल झाली असेल. खग्रास सूर्यग्रहणें पुष्कळ होतात, तरी एकाच स्थलीं तीं फार थोडीं दिसतात. लंदनामध्यें इ० स० ११४० या वर्षीं खग्रास सूर्यग्रहण पडलें. त्यावर पुनः इ० स० १७१५ मध्यें झालें. म्हणजे मध्यें पावणेसहाशें वर्षांत मुळींच झालें नाहीं. असें आहे यामुळें ग्रहणाविषयीं ऐकून माहिती असली तरी तें प्रत्यक्ष पाहून मनुष्य आश्चर्यभरित आणि चकित झाल्यावांचून राहणार नाहीं. प्राचीन कालीं एकदां आशियामानरांतील **मीडिया** आणि **लीडिया** या प्रांतांतील लोकांचें युद्ध चाललें होतें. त्यासंबंधें वर्णन **हिराडोटसनें** केलें आहे, त्यांत तो म्हणतो कीं, पांच वर्षें युद्ध चाललें. कधीं या पक्षाचा जय

होई, कधीं त्या पक्षाचा होई. सहावे वर्षी एकदां दोन्ही सैन्यें युद्धाच्या कडाक्यांत गुंतलीं असतां अकस्मात् दिवसाची रात्र झाली. तेव्हां उभय पक्षांस भीति पडून त्यांचा तह झाला. हें ग्रहण कधीं झालें याविषयीं ज्योतिष्यांचा बरेच दिवस मतभेद होता. हल्लीं इंग्लंदच्या एरी नामक प्रख्यात ज्योतिष्यानें गणित करून ठरविलें आहे कीं, तें इसवी सनापूर्वी ५८४ या वर्षी मेच्या २८ व्या तारखेस झालें. हिराडोटसच्या लिहिण्यावरून हेंच वर्ष निघतें. ग्रीस इत्यादि देशांच्या प्राचीन इतिहासांत अशीं ग्रहणांचीं वर्णनें आणखी बरींच आहेत. त्यांतील बहुतेकांचा संबंध लढायांशीं आहे. " अकस्मात् सूर्य दिसेनासा झाला, यामुळें कोणी लोक शहर सोडून गेले. " " सैन्य कूच करणार इतक्यांत अभ्रें नसतां सूर्य दिसेनासा झाला, आणि दिवसाची एकाएकी रात्र झाली. यामुळें सैन्याचें जाणें राहिलें. " " आरमार युद्धाच्या अगदीं तयारींत आहे इतक्यांत अकस्मात् काळोख पडला. खलाशांस भीति पडली. मुख्य सुकाणवाला गोंधळून गेला. " " सैन्य समुद्रांतून जात असतां इतका अंधार पडला कीं, दिवसास नक्षत्रें दिसूं लागलीं. सैन्य घाबरून गेलें. " " सूर्यमंडल झांकून गेलें. त्याच्या बिंबाभोंवतीं कोणीं किरीट घातला आहे असें दिसलें. व तेणेंकरून राजा मरण पावणार असें भविष्य दिसून आलें. " अशीं वर्णनें त्या इतिहासांत आढळतात. इ० सन ११४० मध्यें इंग्लंदांत खग्राससूर्यग्रहण झालें. त्याचें असें वर्णन आहे कीं, " दोन प्रहरचा सुमार होता; लोक जेवणांत गुंतले होते; इतक्यांत अंधार पडला. सूर्य काळा दिसूं लागला. खाण्यास दिसेना, यामुळें कंदील लावावे लागले. लोक आश्चर्यानें चकित झाले. व अंधकार इतका पडला कीं, आजच प्रलय होतो कीं काय असें त्यांस वाटलें. आकाशांत तारा दिसूं लागल्या. " याप्रमाणें वर्णन करून पुढें त्या ग्रहणामुळें अमुक अमुक भयंकर गोष्टी घडल्या असें त्या लिहिणारानें लिहिलें आहे.

ऋग्वेदांतले सौरसूक्त नांवाचें सूर्याचें स्तोत्र म्हणत असतात. त्यांत असें वर्णन आलें आहेः—" हे सूर्या आसुर स्वर्भानूनें तुला तमानें आच्छादिलें, तेव्हां कोणास आपलें स्थानही दिसेना. सगळे लोक अगदीं भांबावल्यासारखे झाले. हे इंद्रा, तूं स्वर्भानूच्या मायांचा नाश करितोस. तमानें झांकलेल्या सूर्यास अत्रीनें ब्रह्मज्ञानानें मुक्त केलें. अत्रीनें स्वर्भानूच्या मायांचें निवारण केलें. अत्रि सूर्याला मिळविते झाले. इतर कोणी मिळवूं शकले नाहींत. "

१—ऋ. ५,४. २—हें भाषांतर अक्षरशः नाहीं, तरी यांत पदरचें कांहीं नाहीं.

महाभारतादिकांत ग्रहणांचें वर्णन पुष्कळ ठिकाणीं आहे. त्यांत बहुधा कांहीं विपरीत किंवा फारशी कधीं न घडणारी गोष्ट घडण्याच्या वेळीं ग्रहण पडलें होतें, अथवा ग्रहण झाल्यावर विपरीत गोष्टी झाल्या, असें वर्णन असतें. या देशांतील बहुतेक क्षत्रियांचा संहार करणारें कौरवपांडवांचें महाभयंकर युद्ध झालें, त्याच्या पूर्वीं नुकतींच एकाच महिन्यांत चंद्राचें व सूर्याचें अशीं दोन ग्रहणें झालीं होतीं, आणि त्यांवरून त्या प्रळयाचें चिन्ह दिसून आलें होतें असें वर्णन आहे.

गेल्या सोळाशें वर्षांतले अनेक राजांचे शेंकडो ताम्रपट हल्लीं सांपडले आहेत. आणि त्यांवरून या देशाच्या प्राचीन इतिहासाचा पुष्कळ चांगला विश्वसनीय शोध लागत चालला आहे. बहुतेक ताम्रपट एकाद्या पुण्यकारक पर्वाच्या वेळीं ब्राह्मणांस भूमि इत्यादिकांचें दान केल्याच्या संबंधाचे आहेत. त्यांत सूर्यग्रहण अथवा चंद्रग्रहण यांच्या वेळीं भूमिदान केल्याचा लेख पुष्कळ ताम्रपटांत आहे. ग्रहणाच्या वेळीं भूमिदान केलें असतां फार पुण्य लागतें, " चंद्रसूर्यग्रहणांचे वेळीं दिलेलें अक्षय्य* होतें " असें धर्मशास्त्रादिकांत सांगितलें आहे.

ऋग्वेदांतलें वर्णन वर दिलें आहे त्यासंबंधें दोन तीन गोष्टी विचार करण्यासारख्या आहेत. तें वर्णन अतिप्राचीन असून अतिभीतिदर्शक नाहीं. मीड लोकांसारखी आमच्या ऋषींची अवस्था झालेली दिसत नाहीं. दुसरी गोष्ट अशी कीं, अत्रि मात्र सूर्यास मुक्त करिते झाले, इतरांचें सामर्थ्य झालें नाहीं, याचा अर्थ काय ? सूर्यग्रहणाचें ज्ञान अत्रि गोत्रांतील ऋषींस होतें, इतरांस नव्हतें, असा त्याचा अर्थ दिसतो. आणि अत्रीस ज्ञान होतें याचा अर्थ काय ? ग्रहण लागलें हें सर्वांस समजतें. तेव्हां प्राचीन खाल्डियन लोकांस ग्रहणें पडण्याचा नियम माहित होता, तसा अत्रीस माहित असावा असें दिसतें. तिसरें असें कीं, स्वर्भानूनें तमानें सूर्यास झांकलें असें वर्णन आहे. तेव्हां स्वर्भानु निराळा आणि तम निराळें असें झालें. स्वर्भानूनें सूर्यास गिळिलें असें वर्णन नाहीं. यावरून ग्रहणाच्या खऱ्या कारणाची कल्पना त्या वेळीं असावी असें दिसतें. महाभारतांत जागोजाग वर्णनें आहेत, त्यांतही ग्रहण पाहूनच लोक भिऊन गेले असें वर्णन कोठेंही नाहीं. ग्रहणाचे परिणाम वाईट होतील, अशी मात्र भीति लोकांस पडत असे. भारती युद्धाच्या वेळीं एका

* भारत वनपर्व, २००. २५.

महिन्यांत दोन ग्रहणें झाल्यामुळें तें लोकांनीं दुश्चिन्ह मानिलें. सारांश, आमच्या लोकांस प्राचीन काळापासून ग्रहणाचा पुष्कळ परिचय आहे, व त्यासंबंधें वास्तविकज्ञान असावें असें दिसून येतें. अमक्या वर्षीं अमुक ग्रहणें झालीं असे शके ४०० च्या पूर्वींचे लेख आमच्या देशांत सांप्रत उपलब्ध नाहींत हें खरें. तरी खाल्डियन लोकांचीं प्राचीन ग्रहणें चंद्राची गति ठरविण्यास जशीं हिपार्कस याच्या उपयोगीं पडलीं, तशीं प्राचीन ग्रहणें आमच्या देशांतील ज्योतिष्यांच्या उपयोगीं पडलीं असतील असें दिसतें. ग्रहणावरून चंद्रसूर्यांच्या गति साधल्या असें आर्यभट्ट आणि ब्रह्मगुप्त* यांनीं स्पष्ट लिहिलें आहे. व तशीच परंपरा त्यांच्या पूर्वींचे जे ग्रंथ आहेत त्यांची असली पाहिजे. जेवतां जेवतां अकस्मात् ग्रहण लागलें आणि तेणेंकरून जेवणही सुचत नाहीं, अशी स्थिति आमच्या लोकांची कधीं झाली नसेल, व पुढें व्हावयाची नाहीं.

ग्रहणांच्या काळाचें एक चक्र आहे. १८ सौर वर्षें आणि ११ दिवस इतक्या काळांत जीं जीं ग्रहणें ज्या क्रमानें होतात तींच बहुधा त्याच क्रमानें पुढें तितक्या काळांत होतात. चांद्रमानानें कधीं ह्या काळांत १८ वर्षें होतात, कधीं १८ वर्षें आणि एक चांद्रमास होतो. सूर्यचंद्र हे राहुबिंदूंत एकदां आल्यापासून पुन्हा सुमारें इतक्या काळानें ते एकाच वेळीं फार थोड्या अंतरानें त्या स्थळीं येतात. त्यांच्या स्थितींत कांहीं कलांचें अंतर पडतें. यामुळें व चंद्राची स्पष्टगति थोडी कमजास्त होते यामुळें, एका चक्रांतलें एकादें ग्रहण पुढल्यांत कमी होतें आणि एकादें वाढतें. सुमारें १००० वर्षांनीं पुष्कळ फरक पडतो. एका चक्रांतल्या ग्रहणांचें दुसऱ्या चक्रांतल्याशीं कसें साम्य असतें वगैरे गोष्टी समजण्याकरितां दोन चक्रांच्या कांहीं वर्षांतलीं ग्रहणें पुढल्या पानावर दिलीं आहेत. त्यांत पुणें, मुंबई येथें जीं ग्रहणें दिसलीं त्यांवर फुली केली आहे. त्यांत जीं सूर्यग्रहणें खग्रास किंवा कंकण आहेत तीं मुंबई, पुणें येथें तशींच दिसलीं असा नियम नाहीं. कोष्टकांतले चांद्रमास ग्रहलाघवी पंचांगाप्रमाणें आहेत. एका चक्रांत बहुधा ७० ग्रहणें होतात. त्यांत ४२ सूर्याचीं आणि २८ चंद्राचीं होतात. म्हणजे चंद्राच्या दीडपट सूर्याचीं ग्रहणें होतात. कधीं चक्रांत ७१ ग्रहणें होतात; तेव्हां चंद्राचीं २९ होतात. चक्रांत सूर्याचीं ग्रहणें होतात पुष्कळ, परंतु एकाच स्थळीं त्यांतलीं थोडींच दिसतात. तीं एकंदर जितकीं होतात, त्यांचा

* यानें शके ५५० मध्यें ब्रह्मसिद्धांत नामक ग्रंथ रचिला.

	ग्रहणांचें एक चक्र					ग्रहणांचें दुसरें चक्र				
कोणाचें	इ० सन व तारीख महिना		शकमिति		प्रकार	इ० सन व तारीख महिना		शकमिति		प्रकार
सूर्य	१८६८	२२।२३ फेब्रुआरी	१७८९	माघ कृष्ण ३०	कंकण	१८८६	५ मार्च	१८०७	माघ कृ० ३०	कंकण
सूर्य	...	१८ आगष्ट	१७९०	श्रावण कृष्ण ३०	खग्रास*	...	२९ आगष्ट	१८०८	श्रावण कृ० ३०	खग्रास
चंद्र	१८६९	२८ जानुआरी	...	माघ शुक्ल १५	खंड*	१८८७	७ फेब्रुआरी	...	माघ शु० १५	खंड
सूर्य	...	१०।११ फेब्रुआरी	...	माघ कृष्ण ३०	कंकण	...	२२ ...	...	... कृ० ३०	कंकण
चंद्र	...	२३ जुलई	१७९१	आषाढ शु० १५	खंड*	...	३ आगष्ट	१८०९	श्रावण शु० १५	खंड*
सूर्य	...	७ आगष्ट	...	... कृष्ण ३०	खग्रास	...	१९ ...	...	... कृ० ३०	खग्रास
चंद्र	१८७०	१७ जानुआरी	...	पौष शु० १५	खग्रास*	१८८८	२८ जानुआरी	...	माघ शु० १५	खग्रास*
सूर्य	...	३१ ...	...	... कृ० ३०	खंड	...	११ फेब्रुआरी	...	... कृ० ३०	खंड
सूर्य	...	२८ जून	१७९२	ज्येष्ठ कृ० ३०	खंड	...	८ जुलई	१८१०	ज्येष्ठ कृ० ३०	खंड
चंद्र	...	१२ जुलई	...	आषाढ शु० १५	खग्रास*	...	२२ ...	...	आषाढ शु० १५	खग्रास
सूर्य	...	२७ ...	...	... कृ० ३०	खंड	...	७ आगष्ट	...	... कृ० ३०	खंड
सूर्य	...	२१।२२ डिसेंबर	...	मार्गशी० कृ० ३०	खग्रास	१८८९	१ जानुआरी	...	मार्ग० कृ० ३०	खग्रास
चंद्र	१८७१	६ जानुआरी	...	पौष शु० १५	खंड*	...	१६ ...	...	पौष शु० १५	खंड
सूर्य	...	१७ जून	१७९३	ज्येष्ठ कृ० ३०	कंकण	...	२८ जून	१८११	ज्येष्ठ कृ० ३०	कंकण*
चंद्र	...	२ जुलई	...	आषाढ शु० १५	खंड*	...	१२ जुलई	...	आषाढ शु० १५	खंड*
सूर्य	...	१२ डिसेंबर	...	कार्तिक कृ० ३०	खग्रास*	...	२२ डिसेंबर	...	मार्गशी० कृ० ३०	खग्रास
चंद्र	१८७२	२२ मे	१७९४	वैशाख शु० १५	खंड*	१८९०	... ...	१८१२	... ...	...
सूर्य	...	६ जून	...	... कृ० ३०	कंकण	...	१७ जून	...	ज्येष्ठ कृ० ३०	कंकण*
चंद्र	...	१४ नोव्हेंबर	...	कार्तिक शु० १५	खंड	...	२६ नोव्हेंबर	...	कार्तिक शु० १५	खंड*
सूर्य	...	३० ...	...	... कृ० ३०	खग्रास	...	१२ डिसेंबर	...	... कृ० ३०	खग्रास

चंद्र	१८७३	१२ मे	१७९५	वैशाख शु० १५	खग्रास	१८९१	२३ मे	१८१३	वैशाख शु० १५	खग्रास*
सूर्य	...	२५ मे	...	... कृ० ३०	खंड	...	६ जून	...	... कृ० ३०	खंड
चंद्र	...	४ नोव्हेंबर	...	कार्तिक शु० १५	खग्रास*	...	१५ नोव्हेंबर	...	कार्तिक शु० १५	खंग्रास*
सूर्य	...	१९ ...	...	... कृ० ३०	खंड	...	१ डिसेंबर	...	... कृ० ३०	खंड
सूर्य	१८७४	१५ अप्रिल	१७९६	चैत्र कृ० ३०	खग्रास	१८९२	२६ अप्रिल	१८१४	चैत्र कृ० ३०	खग्रास
चंद्र	...	१ मे	...	वैशाख शु० १५	खंड*	...	११ मे	...	वैशाख शु० १५	खंड*
सूर्य	...	१० आक्टोबर	...	भाद्रपद कृ० ३०	कंकण*	...	२० आक्टोबर	...	अश्विन कृ० ३०	खंड
चंद्र	...	२४ ...	...	अश्विन शु० १५	खग्रास	...	४ नोव्हेंबर	...	कार्तिक शु० १५	खग्रास*
सूर्य	१८७५	६ अप्रिल	...	फाल्गुन कृ० ३०	खग्रास*	१८९३	१६ अप्रिल	१८१५	चैत्र कृ० ३०	खग्रास
सूर्य	...	२८|२९ सप्टेंबर	१७९७	भाद्रपद कृ० ३०	कंकण	...	९ आक्टोबर	...	भाद्रपद कृ० ३०	कंकण
चंद्र	१८७६	९ मार्च	...	फाल्गुन शु० १५	खंड	१८९४	२१ मार्च	...	फाल्गुन शु० १५	खंड*
सूर्य	...	२५ ...	...	... कृ० ३०	कंकण	...	६ अप्रिल	...	... कृ० ३०	कंकण*
चंद्र	...	३ सप्टेंबर	१७९८	भाद्रपद शु० १५	खंड*	...	१५ सप्टेंबर	१८१६	भाद्रपद शु० १५	खंड
सूर्य	...	१७ ...	...	... कृ० ३०	खग्रास	...	२९ ...	...	... कृ० ३०	खग्रास*
चंद्र	१८७७	२७ फेब्रुआरी	...	फाल्गुन शु० १५	खग्रास*	१८९५	११ मार्च	...	फाल्गुन शु० १५	खग्रास
सूर्य	...	१४ मार्च	...	... कृ० ३०	खंड	...	२६ ...	...	... कृ० ३०	खंड
सूर्य	...	८ आगष्ट	१७९९	आषाढ कृ० ३०	खंड	...	२० आगष्ट	१८१७	श्रावण कृ० ३०	खंड
चंद्र	...	२३ ...	...	श्रावण शु० १५	खग्रास*	...	४ सप्टेंबर	...	भाद्रपद शु० १५	खंड
सूर्य	...	६|७ सप्टेंबर	...	... कृ० ३०	खंड	...	१८ ...	...	... कृ० ३०	खंड

सूचनाः—इ० सन १८९५ च्या पुढील वर्षांतील ग्रहणें ह्यांत नमूद करावयास पाहिजे होतीं, परंतु ग्रहणांचें चक्र समजण्यास तीं न दिलीं तरी चालणारीं आहेत.

सहावा हिस्सा म्हणजे सुमारें ७ ग्रहणें एका ठिकाणीं दिसतात. तींही पृथ्वीवर अन्य स्थळीं खग्रास किंवा कंकणाकृति असलीं तरी विवक्षित ठिकाणीं तशीं दिसतात असें नाहीं. बहुतेक खंडित म्हणजे अपूर्ण दिसतात. खग्रास किंवा कंकणाकृति फार थोडीं दिसतात. चक्रांतील २८ चंद्रग्रहणांपैकीं सरासरीनें १८ एका ठिकाणीं दिसतात. म्हणजे १८ वर्षांत पृथ्वीवर होणाऱ्या एकंदर ७० ग्रहणांपैकीं ७ सूर्यग्रहणें व १८ चंद्रग्रहणें एका ठिकाणीं दिसतात. ४५ दिसत नाहींत.

खाल्डियन लोकांनीं पुष्कळ ग्रहणें लिहून ठेविलीं होतीं. यामुळें त्यांस हें चक्र माहीत झालें होतें.

" सांप्रत पृथ्वीवर पाप फार झालें, ग्रहणें फार होऊं लागलीं, " अशा प्रकारचे उद्गार कधींकधीं ऐकूं येतात, परंतु त्यांत कांहीं अर्थ नाहीं, हें वरील विवेचनावरून दिसून येईल. " आमच्या लहानपणीं पाऊस फार पडत असे, अलीकडे कमी पडूं लागला, " ह्या समजुतींत कदाचित् कांहीं अर्थ असला तर तितकाही ग्रहणांविषयींच्या समजुतींत नाहीं. दोन्ही समजुती एकाच वर्गांतल्या म्हटल्या तरी चालेल. पावसाच्या मानांत विलक्षण फेरफार एका मनुष्याच्या आयुष्यांत होणेचा तर संभव नाहींच. कालांतरानें फेरफार होत असला तर नकळे. परंतु ग्रहणांची संख्या निदान मनुष्योत्पत्तीपासून तरी नियमित आहे.

पृथ्वीभोंवतीं चंद्र फिरतो आणि चंद्राच्या पलीकडे फार लांब सूर्य आहे. पृथ्वी आणि चंद्र हे दोन्ही गोल अपारदर्शक आहेत. यामुळें सूर्याचा प्रकाश यांवर पडतो, तेव्हां सूर्य जिकडे असतो, त्याच्या दुसऱ्या बाजूस ह्यांची छाया पडते. रात्रीस पृथ्वीच्या ज्या अंगीं आपण असतों, त्याच्या दुसऱ्या अंगास खालीं सूर्य असतो. म्हणून आपल्या वरच्या बाजूस आकाशांत पृथ्वीची छाया पसरलेली असते. चंद्र नसला तर ही छाया आपल्या अनुभवास येतेच. याप्रमाणेंच चंद्राची छाया पडते. अमावास्येच्या दिवशीं सूर्याच्या थेट खालीं चंद्र असला म्हणजे चंद्राची छाया पृथ्वीवर पडली पाहिजे. ह्या छायांमुळें चंद्रसूर्यांस ग्रहणें लागतात. सूर्य स्वयंप्रकाश आहे म्हणून वास्तविक म्हटलें म्हणजे त्यास ग्रहण कधींच नाहीं म्हणजे त्याजवर कोणाची छाया कधींच पडावयाची नाहीं. परंतु त्याच्या आड चंद्र येऊन चंद्राची छाया पृथ्वीवर पडली म्हणजे, जेथें ती पडते तेथील लोकांस सूर्य दिसत नाहीं. म्हणून ते म्हणतात कीं सूर्यास ग्रहण लागलें. छाया नसते तेथें सूर्य दिसतच असतो. दि-

बसास एकादे वेळीं आपण असतों तेथें ऊन असतें, आणि कांहीं अंतरावर एकाद्या लहानशा ढगाची सावली पडलेली असते. व ती जलद पळत असते, असें पुष्कळ वेळां आपल्या दृष्टीस पडतें अशीच गोष्ट चंद्राची आहे. ढगां- पेक्षां चंद्र फार मोठा आहे. त्याची छाया ढगांच्या छायेहून फार मोठी अस- ते. यामुळें पृथ्वीच्या बऱ्याच भागावर ती पसरते.

दिव्याच्या लहानशा ज्योतीसमोर एकादी मोठी दगडाची वाटोळी गोटी धरिली, आणि तिची छाया भिंतीवर पाडिली तर ती वाटोळीच परंतु गोटीहून मोठी पडेल. कांहीं उपायानें ज्योत फार मोठी वाटोळी केली आणि तिच्यास- मोर एक लहानशी गोटी धरिली तर तिची छाया भिंतीवर तिच्याहून लहान पडेल. ती गोटी ज्योतीच्या आड परंतु भिंतीपासून पहिल्यापेक्षां लांब धरिली तर एकादे वेळीं तिची छाया भिंतीवर पोंचणारही नाहीं. ही गोट्यांची छाया शंकूच्या आकाराची पडते. तिला सूचि असेंही म्हणतात. एक फार मोठी वा- टोळी ज्योत करा. तिच्या समोरच तिच्याहून फार लहान असें एक लिंबू धरा. ज्योत व लिंबू यांमध्यें लिंबाहून फार लहान अशी एक गोटी धरा. गोटी हा चंद्र, लिंबू ही पृथ्वी, आणि ज्योत हा सूर्य, अशी कल्पना करा. ज्योत आणि लिंबू यांच्यामध्यें गोटी आणा. तिहींचे मध्यबिंदु एका सरळरेषेंत येती- ल असें करा. गोटीची लहानशी छाया लिंबावर पडेल, इतकी लांब ती गोटी धरा. छायेंतील लोकांस ज्योत मुळींच दिसणार नाहीं; तिला खग्रास ग्रहण लागलें. छायेच्या भोंवतीं पुसट छाया पडलेली दिसेल; तिला छायाकल्प म्हण- तात. तींतील लोकांस सूर्याचा कांहीं भाग दिसत नाहीं. त्यांस खंडग्रहण दिसतें. छायाकल्पाबाहेर ज्योतीचा पूर्ण प्रकाश पडलेला असेल. तेथें ग्रहण मु- ळींच नाहीं. गोटी प्रथम धरिली होती, तेथून अंमळ दिव्याकडे नेऊन तिची छाया लिंबावर मुळींच पोंचणार नाहीं असें करा. ज्योत आणि गोटी ह्यांच्या मध्यबिंदूच्या समोरचा जो लिंबावरचा बिंदु तेथें एकादी मुंगी असली तर ति- ला कंकणाच्या आकाराची ज्योतीची वाटोळी कडा दिसून मधल्या भागाच्या आड गोटी आल्यामुळें तो दिसणार नाहीं. म्हणजे कंकणग्रहण लागलें. मग लिंबाच्या छायेंत गोटी आणा. ज्योत आणि गोटी ह्यांच्या थेट मध्यें लिंबू अ- सलें तर गोटी सगळी छायेंत सांपडेल. तिला खग्रास ग्रहण लागलें. गोटी अं- मळ वर किंवा खालीं केली, अशी कीं तिच्या थोड्याशा भागावर उजेड प- डेल; तर तिला खंडग्रहण लागलें.

अमावास्येच्या वेळीं सूर्याच्या खालीं चंद्र कोठें तरी असतो. आणि सूर्य क्रांतिवृत्तांत कोठें तरी असतो. पृथ्वी क्रांतिवृत्ताच्या मध्यबिंदूंत असते. अर्थात् पृथ्वीची छाया क्रांतिवृत्तांतच समोर असते. ती छाया आणि सूर्य ह्यांमध्यें नेहमीं अर्ध्या परिघाइतकें म्हणजे ६ राशींचें अंतर असतें. पूर्णिमेच्या रात्रीं चंद्र जेथें असतो, त्याच्या आसपास भूछाया क्रांतिवृत्तांत असते. सूर्याइतकीच भूछायेची गति असते. तिच्याहून चंद्र जलद चालतो. तो पश्चिमेकडून पूर्वेस जातां जातां तो आणि भूछाया यांचें पूर्वपश्चिम अंतर शून्य होतें तेव्हांच दक्षिणोत्तर अंतर शून्य झालें तर त्यास ग्रहण लागतें. परंतु दर पूर्णिमेस तें अंतर शून्य होत नाहीं.

सपाट जमिनीवर एक मोठी बांगडी व तिच्या आंत एक बरीच लहान बांगडी ठेवा. दोन्ही बांगड्या एका सपाटीवर आहेत. ह्या एका पातळींत आहेत असें म्हणतात. चंद्रकक्षा आणि क्रांतिवृत्त हीं आकाशांत अशींच एका पातळींत असतीं तर दर पूर्णिमेस चंद्र व भूभा* यांचें आणि दर अमावास्येस चंद्र व सूर्य यांचें दक्षिणोत्तर अंतर शून्य झालें असतें. परंतु दोहोंच्या पातळ्यांत ५ अंशांचा कोन आहे. त्या पातळ्या दोन ठिकाणीं स्परस्परांस छेदितात. त्या बिंदूंस राहुकेतु म्हणतात. राहुकेतूंत किंवा त्यांच्या जवळ चंद्र असतो तेव्हां चंद्राचा शर शून्य किंवा अगदीं थोडा असतो. म्हणजे क्रांतिवृत्ताच्या जवळच चंद्र असतो. यामुळें तेव्हां सूर्यही तेथेंच असला तर त्याच्या आड चंद्र येतो. किंवा भूछाया तेथें असली तर तींत चंद्र सांपडतो. यामुळें ग्रहणें होतात. राहुकेतूंपासून चंद्र लांब असला तर तो क्रांतिवृत्तापासून लांब असतो. यामुळें त्याचा शर सूर्यबिंब किंवा भूभाबिंब यांहून जास्त होतो. यामुळें तो सूर्याच्या आड येत नाहीं, किंवा भूछायेंत सांपडत नाहीं. यामुळें ग्रहण होत नाहीं. एकदां पूर्णिमेस किंवा अमावास्येस ग्रहण झाल्यापासून पुढें एक किंवा दोन पर्वांस ग्रहणें होतात. म्हणजे लगत दोन किंवा तीन होतात. कधीं एकच होतें. व त्यापुढें पांच किंवा साडे पांच, किंवा सहा चांद्रमहिन्यांनीं पुनः ग्रहण होतें. चंद्रग्रहण नेहमीं पूर्णिमेस आणि सूर्यग्रहण अमावास्येस होतें. सूर्यग्रहण लागण्यापूर्वी सूर्याच्या पश्चिमेस चंद्र असतो. परंतु तो जलद चालणारा असल्यामुळें सूर्याचें बिंब ओलांडून कांहीं वेळानें सूर्याच्या पूर्वेस येतो. पश्चिमेकडून चंद्र येतां येतां सूर्याच्या पश्चिम कडेच्या आड तो येतांच सूर्यास त्या दिशेनें ग्रहण लागूं लागतें. तेव्हां ग्रहणाचा **स्पर्श** झाला असें म्हणतात. अर्थात् सूर्यग्रहणाचा स्पर्श सूर्यबिंबाच्या प-

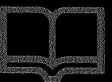
* भूभा म्हणजे पृथ्वीची छाया.

ऊं लागतो. नंतर कांहीं वेळानें तो कमी व्हावयास लागून सूर्याच्या **पूर्व** बाजूनें चंद्र सूर्यास मोकळा करितो; म्हणजे ग्रहण सुटतें; त्या वेळीं ग्रहणाचा **मोक्ष** झाला असें म्हणतात. मोक्ष ह्याचा अर्थ सुटका असा आहे. ह्याप्रमाणेंच भूछायेच्या पश्चिमेकडून चंद्र येऊन पूर्वेस जातो. यामुळें त्याचा पूर्वभाग प्रथम आच्छादित होतो. आणि पश्चिम भाग शेवटीं छायेंतून बाहेर पडतो. म्हणून चंद्रग्रहणाचा स्पर्श बिंबाच्या पूर्वेकडून आणि मोक्ष पश्चिमेकडून होतो. बिंबाचा जितका भाग आच्छादित होतो, तितका **ग्रास** झाला असें म्हणतात. स्पर्शापासून मोक्षापर्यंत जो काळ जातो त्यास **पर्वकाळ** म्हणतात. या काळाच्या मध्याच्या सुमारास महत्तम ग्रास होतो, तेव्हां ग्रहणाचा **मध्य** झाला असें म्हणतात. त्या वेळीं जो भाग आच्छादित होतो, तो ग्रास पंचांगांत लिहितात, आणि ग्रहणाची आकृति पंचांगांत काढितात तींत दाखवितात. ग्रास याचा अर्थ खाणें असा आहे, राहू सूर्यास ग्रासितो अशी मूळची कल्पना होती, तिजवरून ग्रास ही संज्ञा प्रचारांत आली असावी.

चंद्रसूर्यांचीं बिंबें विस्तारानें बहुधा सारखींच दिसतात. तरी पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या कक्षा दीर्घवर्तुळ असल्यामुळें चंद्रसूर्यांचें पृथ्वीपासून अंतर नेहमीं समान नसतें; कमजास्त होतें. यामुळें बिंबें लहानमोठीं दिसतात. कक्षेंतला जो बिंदु मध्यवर्ति ज्योतीपासून लांब असतो त्यास **उच्च** म्हणतात; आणि जवळ असतो त्यास **नीच** म्हणतात. सूर्य हल्लीं दिसेंबर अखेर आपल्या कक्षेंत नीचीं* असतो आणि जून अखेर उच्चीं असतो. चंद्र सुमारें २७॥ दिवसांत एकदां आपल्या कक्षेच्या नीचीं आणि एकदां उच्चीं येतो. चंद्रसूर्य उच्चीं असतात तेव्हां त्यांचीं बिंबें लहान दिसतात, आणि नीचीं असतात तेव्हां मोठीं दिसतात. चंद्र नीचीं आणि सूर्य उच्चीं असतां सूर्यबिंबाहून चंद्रबिंब बरेंच मोठें दिसतें. अशा वेळीं ग्रहण झालें तर तें खग्रास होतें. सूर्यबिंबाहून चंद्रबिंब लहान असतें तेव्हां कंकणग्रहण होतें. खग्रास होतें तेव्हां चंद्राची छाया पृथ्वीवर पडते, तिचा व्यास फार तर १८० मैल असतो. यामुळें इतक्या रुंदीचा पृथ्वीचा जितका पूर्वपश्चिम पट्टा सूर्य-

---

* वस्तुतः पृथ्वी आपल्या कक्षेंत नीचीं येते. सूर्य पृथ्वीसभोंवतीं फिरतो असें मानिलें तरी ग्रहणासंबंधें परिणाम एकच होतात. तसें म्हणून कांहीं विषय समजण्यास सुलभ पडतात, म्हणून पृथ्वी फिरते याबद्दल कोठें कोठें सूर्य फिरतो असेंच लिहिलें आहे. पृथ्वीची कक्षा तीच सूर्याची कक्षा.



बिंबावरून चंद्र पलीकडे जाईपर्यंत दैनंदिनगतीमुळें छायेंत येतो, तेथें मात्र खग्रास ग्रहण होतें. कंकण ग्रहणांत तें कंकण दिसण्याचा पट्टा सुमारें १०० मैल रुंद असतो. ह्या पट्टयांच्या उत्तरेस व दक्षिणेस तींच ग्रहणें खंडित मात्र दिसतात. यामुळें स्थलविशेषीं खग्रास किंवा कंकण सूर्यग्रहण फार वर्षांनीं दिसतें. खग्रास सूर्यग्रहणांत सूर्य अगदीं आच्छादिलेला असा फार तर ८ मिनिटें असतो. आणि कंकणग्रहण फार तर ३१ पळें दिसतें. चंद्र जेथें असतो तेथें पृथ्वीछायेचा व्यास चंद्रबिंबाहून पुष्कळ मोठा असतो. कधीं कधीं तो चंद्रबिंबाच्या तिप्पट असतो. म्हणजे ग्रहणाचे वेळीं भूभा आणि चंद्र यांचे मध्यबिंदु एका ठिकाणीं आले तर चंद्राभोंवतीं चंद्रबिंबाच्या दीडपट रुंदीचें भूभावेष्टन असतें. यामुळें चंद्रास कंकणग्रहण कधींही लागावयाचें नाहीं. भूछायेंतून जाण्यास चंद्रास फार वेळ लागतो म्हणून खग्रास-चंद्रग्रहण फार वेळ दिसतें. या वेळीं भूभेनें चंद्राचा ग्रास होऊन ख म्हणजे आकाश ह्याचाही होतो, म्हणून त्यास खग्रासग्रहण म्हणतात. भूभेच्या भोंवतीं छायाकल्प असतो. त्यांत चंद्र येतो तेव्हां अंमळ निस्तेज दिसतो. यामुळेंच खग्रासचंद्रग्रहणांत स्पर्शापूर्वीं व नंतर कांहीं वेळ चंद्र फिक्कट दिसत असतो. चंद्रग्रहणाच्या वेळीं पृथ्वीवर चंद्र जेथें जेथें दिसेल तेथें चंद्रग्रहण दिसतें व तें सर्वत्र सारखें दिसतें, कमजास्त दिसत नाहीं.

खग्रास-चंद्रग्रहणांत चंद्राच्या व आपल्यामध्यें कोणी आलेलें नसतें. फक्त त्यावर छाया पडलेली असते व त्या वेळीं सूर्याचे किरण प्रत्यक्ष त्यावर पडत नाहींत; तरी ते पृथ्वीच्या वातावरणांतून वक्रीभवन पावून त्यावर पडतात. यामुळें तो अगदीं काळा दिसत नाहीं; किंचित् प्रकाशित दिसतो.

क्षितिजांत प्रकाशाचें वक्रीभवन फार होतें, यामुळें चंद्रसूर्यांची वरची कड क्षितिजाखालीं २।३ कला आहे तोंच त्यांचीं सगळीं बिंबें क्षितिजावर दिसतात. चंद्रास ग्रहण लागलें असतें तेव्हां तो, सूर्य, आणि पृथ्वी हीं एका रेषेंत असतात. यामुळें ग्रस्त चंद्र क्षितिजावर दिसत आहे तोंपर्यंत सूर्य वस्तुतः दिसूं नये. परंतु ग्रहण लागलेलाच चंद्र मावळला किंवा उगवला तर त्या वेळीं वक्रीभवनामुळें दोघांचींही बिंबें कांहीं कला वर दिसतात. यामुळें दोघेही एक दोन मिनिटें क्षितिजावर दिसतात. सन १८९२ च्या मे महिन्यांत ग्रस्तास्त चंद्रग्रहण झालें, तेव्हां असें दिसण्याची संधि होती व त्याप्रमाणें तें पाहण्यांत आलें. उपोद्घातांत त्याविषयीं वर्णन आलेंच आहे.

बुध

सूर्याभोंवतीं जे ग्रह फिरतात त्यांत बुध हा सूर्याच्या अगदीं जवळ आहे. त्याच्या पलीकडे शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, गुरु, शनि, युरेनस आणि नेप्चुन् हे ग्रह आहेत. मंगळ आणि गुरु ह्यांच्यामध्यें फार लहान लहान असे पुष्कळ ग्रह आहेत. युरेनस आणि नेप्चुन् नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहींत, बाकीचे दिसतात.

सूर्य आणि त्याच्या भोंवतालचे ग्रह उपग्रह यांमिळून विश्वाचा एक भाग होतो. हीं सूर्याच्या कुटुंबांतील मंडळी परस्परांस जितकी जवळ आहे तितकें जवळ आकाशांतल्या दुसऱ्या कुटुंबांतलें दुसरें ह्यांस कोणी नाहीं. पृथ्वीवर जसे निरनिराळे गांव पसरलेले असतात तसा आपली सूर्यमाला हा विश्वांतला एक गांव होय. आपण ह्या गांवांत राहतों. आकाशांतलि अनंत तारा हीं दुसरीं गांवें होत. त्यांत कांहीं खेडीं आहेत, कांहीं शहरें आहेत. आपला गांव कांहीं फारसा मोठा नाहीं. खेडेंच म्हटलें तरी चालेल. सूर्य हा ह्या गांवांतला मोठा वाडा होय. बुधादि ७ ग्रह हीं लहानमोठीं मध्यम प्रतीचीं घरें होत. पृथ्वी हें आपलें घर आहे. ह्या घरांचा असा चमत्कार आहे कीं हीं दुरून परस्परांवर दिसतात मात्र. एका घरच्या रहिवाशांस दुसऱ्या घरीं जातां येत नाहीं किंबहुना दुसऱ्या घरांत कोणी राहतात किंवा तीं ओसाड आहेत, हेंही दिसत नाहीं. ह्या मध्यम गृहांभोंवतीं लहान लहान २१८ झोंपडीं आहेत. इतर गांवांतलीं लहान घरें आपल्यास दिसत नाहींत. मुख्य वाडा मात्र दिसतो. म्हणून त्यासच आपण गांव म्हणूं.

आकाशांत बुधादि पांच ग्रह इतर तारांसारखेच दिसतात. हे ओळखावे कसे हें पाहूं. तारांस चमक असते तशी ग्रहांस नसते. त्यांकडे पहात राहिलें तर त्यांचें तेज स्थिर असल्यासारखें दिसतें. परंतु एवढ्यावरून ते खात्रीनें ओळखितां येणार नाहींत. मागें जीं २७ नक्षत्रें सांगितलीं त्यांतूनच हे फिरतात. त्यांच्याहून उत्तरेस किंवा दक्षिणेस जात नाहींत. आणि ते पहिल्या प्रतीच्या तारांएवढे किंवा त्यांहून मोठे दिसतात. यामुळें नक्षत्रांची चांगली ओळख झाली असली तर त्याहून निराळी मोठी एकादी तारा त्यांत दिसली कीं तो ग्रह आहे असें समजावें. ग्रह ओळखण्याचा तिसरा व खात्रीचा मार्ग

म्हणजे त्याच्या जवळच्या एक दोन तारांचें व त्यांचें अंतर दोन चार दिवस पहावें. अंतर बदललें म्हणजे तो ग्रह असें समजावें. गुरु, शनि ह्यांचें अंतर कदाचित् बदलणार नाहीं. परंतु गुरु इतका तेजस्वी दिसतो कीं तो ग्रह असें सहज ओळखतें. शनि मात्र पहिल्या प्रतीच्या तारेहून फारसा मोठा दिसत नाहीं. म्हणून त्याजकडे आठ दहा दिवस पहावें. तितक्यांत त्याचें अंतर बदललेलें दिसेल.

एकादी मोठी तारा स्थिर आहे कीं चल आहे म्हणजे तो ग्रह आहे कीं काय ह्याचा निर्णय झाला तरी ग्रह असल्यास कोणता ग्रह हें समजणें वरच्यासारखें सुलभ नाहीं. शुक्राइतका तेजस्वी दुसरा ग्रह नाहीं. परंतु सूर्याच्या जवळ असतां त्याचें तेज कमी होतें. फार जवळ असला तर तो अगदीं बारीक दिसतो. सूर्याजवळ येतात तेव्हां सर्व ग्रह असेच बारीक दिसूं लागतात. त्यामुळें तेव्हां हा अमुक ग्रह असें इतर साधनांशिवाय ओळखणें कठिण पडतें. अमुक ग्रह कोण हें ओळखण्याची सामान्य रीति म्हटली म्हणजे पंचांगांत पंध्रवड्याचे ग्रह दिलेले असतात त्यावरून तो कोणत्या राशीस आहे हें पाहणें ही होय. राशींचीं नक्षत्रें कोणतीं हें पंचांगप्रकरणांत सांगितलेंच आहे. राशींचीं नक्षत्रें दोनतीन असतात. आणि आपल्या पंचांगांत ग्रह रोजचे दिलेले नसतात, पंध्रवड्याचे असतात. यामुळें त्यावरून स्थूलमानानें नक्षत्र समजेल. त्याच्या आसपास एकदोन नक्षत्रांत ग्रह सांपडेल. सायनपंचांगावरून पाहणें तर सायन राशीवरून निघणारें नक्षत्र आणि तारात्मक नक्षत्र ह्यांत भेद आहे. परंतु सायन पंचांगांत ग्रहांची कोणत्या नक्षत्राच्या मुख्य तारेशीं कधीं युति होते हें शास्त्रार्थाच्या कोष्टकांत लिहिलेलें असतें. बुध, शुक्र हे एका नक्षत्रांतून दुसऱ्यांत फार जलद जातात. मंगळही बराच जलद जातो. म्हणून जेव्हां आपल्यास पाहणें असेल त्या किंवा मागच्या पुढच्या पंध्रवड्यांत ह्या ३ ग्रहांची कोणत्या तारेशीं युति कधीं झाली आहे हें पहावें. त्यावरून आकाशांत पाहण्यास निरयन पंचांगापेक्षांही सोईचें. गुरु व शनि यांची युति एकदोन पंध्रवड्यांत लिहिलेली सांपडली तर बरेंच. नाहींतर ते ज्या राशीस लिहिले असतील त्याच्या किंवा त्याच्या मागच्या राशीच्या नक्षत्रांत पहावें. याशिवाय प्रत्येक ग्रह ओळखण्याची रीति त्या त्या ग्रहाच्या प्रकरणांत लिहिली आहे. कधीं कधीं ग्रह सूर्याच्या फार जवळ असल्यामुळें

मुळींच दिसत नाहींत. म्हणजे त्यांचा अस्त असतो. यासंबंधें विवेचन पुढील प्रकरणांत केलें आहे.

बुध आणि शुक्र हे आपण आणि सूर्य यांच्या मध्यें आहेत. म्हणून ह्यांस अंतर्वर्ती ग्रह म्हणतात. इतरांस बहिर्वर्ती म्हणतात.

बुध आणि शुक्र हे आपणांस नेहमीं सूर्याच्या जवळ दिसतात. सूर्यापासून बुध फार तर १८ पासून २७ पर्यंत अंश दूर गेलेला दिसतो. ह्या दूर जाण्यास **इनापगम** म्हणतात. शुक्राचा परम इनापगम ४६ पासून ४७ अंशपर्यंत आहे. हे दोन ग्रह रात्रीं कधींही मध्याह्नीं दिसावयाचे नाहींत. कधीं सायंकाळीं पश्चिमेस दिसतात, कधीं पहाटेस पूर्वेस दिसतात. परम इनापगमाच्या वेळीं बुधशुक्र वस्तुतः सूर्यापासून किंवा आपल्यापासून परम अंतरावर असतात असें नाहीं. ते आपापल्या कक्षेंत उच्चीं असतात तेव्हां सूर्यापासून फार दूर असतात. आपल्यापासून अति दूर केव्हां असतात हें पुढें सांगूं. सारांश, परम इनापगम हा केवळ दृश्य मात्र होय; वास्तव नव्हे.

बुध कधीं दिसत नाहीं अशी आपल्यांपैकीं कांहीं ज्योतिष्यांची समजूत असते; परंतु ती चुकीची आहे. आपल्या देशांत बुध पाहण्याची उत्कृष्ट संधि पाहिजे तितकी येते. तो सूर्यास्तानंतर किंवा सूर्योदयापूर्वीं फार तर सुमारें पावणेदोन तास दिसतो. युरोपखंडांत संधिप्रकाश कधीं कधीं इतका वेळ असतो यामुळें तेथें तो फार क्वचित् दिसतो. प्रख्यात ज्योतिषी कोपर्निकस ह्याला जन्मांत बुध पाहण्यास सांपडला नाहीं. परंतु आपलेकडे संधिप्रकाश फार वेळ नसतो. बुधाचा इनापगम परम होतो तेव्हां तो पाहण्याची संधि उत्कृष्ट असते. पुढील दोन वर्षांत त्याचा परम इनापगम केव्हां होईल व तेव्हां तो कोणत्या दिशेल दिसेल हें खालीं दिलें आहे.

पूर्वेस पहाटेस			पश्चिमेस सायंकाळीं		
१९०३ आक्टोबर	ता०	१९	१९०४ जानुआरी	ता०	१
१९०४ फेब्रुआरी	,,	१०	,, एप्रिल	,,	११
,, जून	,,	८	,, आगष्ट	,,	२०
,, आक्टोबर	,,	१	,, डिसेंबर	,,	१४
१९०५ जानुआरी	,,	२२	१९०५ एप्रिल	,,	४
,, मे	,,	२१	,, आगष्ट	,,	२
,, सप्टेंबर	,,	१५	,, नोव्हेंबर	,,	२७

एका वर्षाच्या तारखांत १७ दिवस वजा करावे म्हणजे पुढल्या वर्षाच्या तारखा सुमारानें निघतील. उदाहरणार्थ, १९०५ मध्यें एप्रीलच्या ४ थ्या तारखेस सायंकाळीं बुध पश्चिमेस परमइनापगमीं दिसेल तर १९०६ मध्यें मार्चच्या १८ तारखेच्या सुमारास दिसेल. तसेंच १९०५ मध्यें जानुआरीच्या २२ तारखेस पहाटेस पूर्वेस परमइनापगमीं दिसेल तर १९०६ मध्यें जानुआरीच्या ५ तारखेस दिसेल.

पश्चिमेस बुध सायंकाळीं दिसतो तेव्हां तो सूर्याच्या पूर्वेस असतो, आणि पहाटेस पूर्वक्षितिजावर दिसतो तेव्हां सूर्याच्या पश्चिमेस असतो हें उघड आहे.

बुध एकदां कोणत्याहि दिशेस दिसूं लागल्यापासून सतत सुमारें २१ पासून ४३ दिवसपर्यंत दिसत असतो. वर तारखा लिहिल्या आहेत त्यांच्या पूर्वी सुमारें २० दिवस व नंतर २० दिवस तो दिसण्याचा संभव आहे. निदान दहा दहा दिवस तरी दिसेल. बुध परमइनापगमीं असतो तेव्हां सूर्यास्तानंतर सुमारें २६ मिनिटांनीं दिसूं लागतो, व सूर्योदयापूर्वीं तो २६ मिनिटें दिसेनासा होतो.

सूर्यसान्निध्यामुळें होणारे बुधाचे कांहीं उदयास्त पुढें दिले आहेत. ते बुध पाहण्यास उपयोगीं पडतील. उदय झाल्यापासून अस्त होईपर्यंत रोज बुध दिसेल हें उघड आहे.

पूर्वेस				पश्चिमेस			
१९०३	नोवेंबर	ता० ३	अस्त	१९०३	डिसेंबर	ता० १९	उदय
१९०४	जानुआरी	,, २१	उदय	१९०४	जानुआरी	,, १२	अस्त
,,	मार्च	,, ९	अस्त	,,	एप्रिल	,, ७	उदय
,,	मे	,, २४	उदय	,,	मे	,, ९	अस्त
,,	जून	,, २९	अस्त	,,	जुलै	,, २०	उदय
,,	सप्टेंबर	,, २१	उदय	,,	सप्टेंबर	,, ४	अस्त
,,	आक्टोबर	,, १३	अस्त	,,	नोव्हेंबर	,, २९	उदय
१९०५	जानुआरी	,, ९	उदय	,,	डिसेंबर	,, २६	अस्त
,,	फेब्रुआरी	,, १६	अस्त	१९०५	मार्च	,, २२	उदय
,,	मे	,, ४	उदय	,,	एप्रिल	,, १६	अस्त
,,	जून	,, १२	अस्त	,,	जुलै	,, ३	उदय

१९०९ सप्टेंबर	,, ६ उदय	१९०९ आगष्ट	,, १८ अस्त		
,, सप्टेंबर	,, २६ अस्त	,, नोवेंबर	,, ६ उदय		
		,, डिसेंबर	,, १० अस्त		

सूर्यापासून बुध ३॥ कोटी* मैलांवर आहे. तो सूर्याभोंवतीं ८८ दिवसांत फिरतो. त्यांत तो कधीं सूर्य व पृथ्वी यांच्या मध्यें येतो, तेव्हां बुधसूर्यांचा **अंतर्योग** झाला असें म्हणतात. व तेव्हां तो आपणांस फार जवळ असतो. कधीं तो व आपण यांच्या मध्यें सूर्य येतो तेव्हां **बहिर्योग** झाला असें म्हणतात. तेव्हां तो आपणास फार लांब असतो. जवळ असतो तेव्हां सुमारें पावणेपांच कोटी मैल, आणि लांब असतो तेव्हां साडेतेरा कोटी मैल असतो. त्याचा व्यास पृथ्वीच्या तिसरा हिस्सा आहे. आणि सूर्याचें द्रव्य १०० कोटी मानिलें तर बुधाचें २०० आहे. म्हणजे सूर्याचें वजन १०० कोटी खंडी मानिलें तर बुधाचें फक्त २०० खंडी भरेल. ग्रहांच्या आकाराप्रमाणें त्यांचा क्रम लाविला तर तो बुध, मंगळ, शुक्र, पृथ्वी, युरेनस, नेप्चुन, शनि आणि गुरु असा आहे. ह्यांत बुध सर्वांत लहान. ग्रहांच्या द्रव्यांचा असा चमत्कार आहे कीं, प्रत्येक ग्रहाचें द्रव्य त्याच्याहून लहान आकाराच्या सर्व ग्रहांच्या द्रव्याहून जास्त आहे. पृथ्वी आणि शुक्र यांचे आकार बहुधा सारखेच आहेत म्हटलें तरी चालेल. पृथ्वीपेक्षां शुक्र अंमळ लहान आहे. तथापि शुक्र, मंगळ, आणि बुध एकत्र केलं तरी त्यांच्या द्रव्यापेक्षां पृथ्वीचें द्रव्य जास्त आहे. हें खालीं स्पष्ट दाखविलें आहे.

	द्रव्यें
बुध....	....२००
मंगळ...	....३३९
बुध मंगळ मिळून....	....५३९
शुक्र....	....२३५३
बुध मंगळ शुक्र मिळून	....२८९२

* येथें व पुढील सर्व ग्रहांच्या वर्णनांत अंतरादिकांचीं मानें किंचित् स्थूल सांगितलीं आहेत. तीं सूक्ष्ममानानें परिशिष्ट २ यांत दिलीं आहेत,

	२८९२
पृथ्वी.	३०६०
बुध, मंगळ, शुक्र व पृथ्वी मिळून....	....५९५२
युरेनस	४४२५०
बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ व युरेनस मिळून....	५०२०२
नेप्चुन्..	५१६००
बुधादि सहांची बेरीज....	१०१८०२
शनि....	२८५५८०
बुधादि सातांची बेरीज.	३८७३८२
गुरु....	९५४३०५
बुधादि आठांची बेरीज	....१३४१६८७
सूर्य....	१०००००००००

नुसत्या डोळ्यांनीं बुध चांगला स्वच्छ चकचकीत व किंचित् पिवळसर दिसतो. स्थिर तारांत लुब्धक मात्र त्याच्यापेक्षां तेजस्वी दिसतो. बाकी सर्वांहून तो तेजस्वी आहे. मोठ्या दुर्बिणींतून तो पाहिला असतां चंद्राप्रमाणें त्याला क्षयवृद्धि आहे असें दिसतें. सर्व ग्रह चंद्राप्रमाणें अप्रकाशित आहेत. ते सूर्याच्या तेजानें प्रकाशतात. बुध आणि शुक्र ह्यांचे कमजास्त प्रकाशित भाग चंद्राप्रमाणेंच आपल्याकडे होतात म्हणून त्यांस वृद्धिक्षय होतात. बुधाच्या कला कमजास्त दिसण्याचे नियम शुक्राप्रमाणेंच आहेत. ते शुक्राच्या वर्णनांत चित्र काढून दाखविले आहेत.

बुध हा सूर्याच्या फारच जवळ आहे; तो सूर्यास्तानंतर थोडाच वेळ दिसतो; यामुळें दुर्बिणींतून त्याचे वेध घेण्यास फार अडचण पडते. यामुळें त्याच्या शारीरघटनेविषयीं निश्चित असें कांहीं समजलें नाहीं. त्याच्या अक्षप्रदक्षिणेचा काल बरोबर समजला नाहीं. तो सुमारें २४ तास आहे. बुधावर

चंद्राप्रमाणेंच वातावरण नाहीं असें अनुमान आहे. त्याजवर वातावरण आहे असें कोणाकोणांचें मत आहे, परंतु तें चुकीचें दिसतें. ग्रहांचीं बिंबें वास्तविक जेवढीं आहेत त्यांपेक्षां आपणांस मोठीं दिसतात. किरणांच्या अरीभवनामुळें म्हणजे त्यांचें तेज चोहोंकडे फांकल्यामुळें असें होतें. चांगल्या दुर्बिणींत हें अरीभवन होत नाहीं.

बुधसूर्यांचा अंतर्योग होतो तेव्हां कधींकधीं सूर्याच्या थेट आड बुध येतो. चंद्राच्या योगानें सूर्यास ग्रहण लागतें त्याप्रमाणेंच हें ग्रहण होय. ह्यास **अधिक्रमण** म्हणजे सूर्याच्या बिंबावरून जाणें असें म्हणतात. इ०सन १८९१ च्या मे महिन्याच्या १० व्या तारखेस सकाळीं बुधाचें अधिक्रमण झालें होतें. तेव्हां दुर्बिणींतून सूर्यावर एक लहान अगदीं वाटोळा काळा ठिपका दिसला. बुधाचें बिंब फार लहान असल्यामुळें नुसत्या डोळ्यांनीं हा चमत्कार दिसला नाहीं, व कधीं दिसत नाहीं. बुधाचीं पुढील कांहीं अधिक्रमणें खालीं दिलीं आहेत; आणि त्यांचा मध्य केव्हां होईल हें दिलें आहे. घटीपळें दिलीं आहेत तीं उज्जनी मध्यम सूर्योदयापासून आहेत. ह्या देशांत जीं दिसतील त्यांवर फुल्या आहेत.

सन	महिना	तारीख	घटि	पळें	सन	महिना	तारीख	घटि	पळें
१९०७	नोव्हेंबर	१४	२८	०*	१९६०	नोव्हेंबर	७	३९	५५
१९२४	मे	८	१	३२*	१९७०	मे	९	१८	३३*
१९२७	नोव्हेंबर	१०	११	५५*	१९७३	नोव्हेंबर	१०	२४	५*
१९४०	,,	११	५६	७	१९८६	,,	१३	८	५*
१९५३	,,	१४	३९	५३	१९९३	,,	६	७	३५*
१९५७	मे	६	०	३७*	१९९९	,,	१५	५१	५०

बुधकक्षेंतील उच्चस्थानाची गति इतर ग्रहांच्या आकर्षणामुळें जितकी असावी तीहून ती शतकांत सुमारें ४० विकला जास्त आहे. यावरून हा उपाधि करणारा एकादा ग्रह बुध व सूर्य यांच्या मध्यें असावा असें फ्रान्सांतील प्रख्यात ज्योतिषी **लव्हारिअर** याचें मत आहे. आजपर्यंत पुष्कळांनीं आपाआपल्या मताप्रमाणें त्याचा शोध लाविला. परंतु त्यांतला एकही खात्रीलायक ठरला नाहीं. असा ग्रह असेल तर तो वारंवार सूर्यबिंबाचें अधिक्रमण करील. परंतु तें कधीं दिसत नाहीं. यावरून तसा एकादा मोठा ग्रह नाहीं असें दि-

सतें. असले तर लहानलहान ग्रह असतील. व ते खग्रास-सूर्यग्रहणाच्या वेळीं दिसण्याचा संभव आहे. तारीख ६ मे १८८३ च्या सूर्यग्रहणांत असा एक ग्रह सूर्यापासून ३ अंशांवर दिसला होता. बुधाच्या पातांच्या गतीस कांहीं उपाधि नाहीं; यावरून उच्चास उपाधि करणाऱ्या ग्रहांची कक्षा बुधकक्षेच्या पातळींत असावी असें दिसतें. कदाचित् क्रांतितेजामुळेंच बुधाच्या उच्चास उपाधि होत असेल. सारांश याविषयीं शोध अजून होणें आहेत.

ग्रहांचे उदयास्त म्हणजे दर्शनादर्शनें

तेजीमंदी, लाभहानि, सुखदुःख, चांगले दिवस वाईट दिवस, हीं सर्वांसच आहेत. उदयास्त म्हणजे तेजीमंदीच होय. कधीं वाईट दिवस आले म्हणजे मनुष्य अगदीं त्रासून जातो. त्याला वाटतें, नको ही यातायात, नको हा प्रपंच, नको हा जन्म. जन्ममरण चुकेल तर आणखी काय पाहिजे? परंतु जोंपर्यंत तें आहे तोंपर्यंत उदयास्त आहेतच. गुरुशुक्रांसारखे तेजस्वी ग्रह, ज्यांचें सामर्थ्य आपल्याहून किती आहे हें सांगणें म्हणजे मुंगीची पर्वताशीं तुलना करणें होय, त्या गुरुशुक्रादि देवांस उदयास्तानें सोडिलें नाहीं. मग आपली मनुष्यप्राची काय कथा! ग्रहांचा उदयास्ताचा काल पाहिला तर उदयापेक्षां अस्ताचें मान फारच थोडें आहे. आणि जन्मांत कितीहि वेळा अस्त झाला तरी पुन्हा उदय होणारच हें मनांत येऊनच कीं काय ते आपला क्रम सतत चालवितात. अस्त असतांही त्यांची गति चालूच असते. ग्रहाप्रमाणें मनुष्याचाही तेजोहानीचा काळ फार थोडाच कां नसावा? व तसा नसेल किंवा नाहीं कशावरून? तो तसाच आहे, व तेजोहानि झाली तरी ग्रहाप्रमाणें आपला उदय खचित होईल असा निश्चय धरून मनुष्यानें आपला क्रम चालविला पाहिजे.

चंद्र व कधीं कधीं शुक्रही दिवसास पुष्कळ वेळां दिसतो. क्वचित् कांहीं ग्रह व एकादी चकचकीत ताराही फार थोडा वेळ दिसते. बाकी सर्व तारा दिवसास क्षितिजावर असल्या तरी दिसत नाहींत. तसेंच, सर्व ग्रहही दिवसास क्षितिजावर असले तरी बहुतेक वेळ दिसत नाहींत. परंतु ग्रह व तारा जेव्हां सूर्याच्या जवळ असतात तेव्हां सूर्योदयापूर्वी किंवा सूर्यास्तानंतर क्षितिजावर असूनही दिसत नाहींत. याप्रमाणें ग्रह व तारा आठ पंधरा दिवस किंवा कांहीं महिनेही सतत दिसत नाहींत. तारा व ग्रह प्रथम दिसत असून ते व सूर्य यांतील अंतर कमी होतां होतां ज्या दिवशीं ते दिसतनासे होतात त्या दिवशीं त्यांचा **अस्त** झाला असें म्हणतात. ताराग्रह सूर्याजवळ असल्यामुळें पूर्वी दिसत नसून ते व सूर्य यांतील अंतर वाढतां वाढतां ज्या दिवशीं दिसूं लागतात त्या दिवशीं त्यांचा **उदय** झाला असें म्हणतात. ताराग्रह नित्य क्षितिजाच्या वर येतात आणि खालीं जातात यास **उदयास्त** म्हणतात, व सूर्यसान्निध्यवशात् दिसतनासे होतात व दिसूं लागतात ह्यासही उद

म्हणतात. ह्यावरून उदयास्त हा शब्द दोन अर्थी योजितात असें दिसून येईल. या दोहोंस भिन्न संज्ञा असाव्या हें बरें—आणि चंद्रसंबंधें तशा आहेतही. अमावास्येच्या सुमारास दिसेनासा झालेला चंद्र अमावास्येनंतर शुक्ल प्रतिपदेस किंवा द्वितीयेस पश्चिमेस दिसूं लागतो, तेव्हां चंद्रदर्शन झालें असें म्हणतात; चंद्राचा उदय झाला असें म्हणत नाहींत. त्याचप्रमाणें ग्रहतारा सूर्याजवळ असतां पूर्वी दिसत नसून पुढें प्रथमच जेव्हां दिसतात तेव्हां त्यांचें दर्शन झालें असें म्हणावें, व दिसतनासे होतात तेव्हां त्यांचें **अदर्शन** झालें, असें म्हणावें हें बरें. परंतु आमच्या बहुतेक ज्योतिःशास्त्रकारांनीं सूर्यसान्निध्यवशात् होणाऱ्या दर्शनादर्शनांस उदयास्त ह्याच संज्ञा योजिल्या आहेत, आणि सांप्रत प्रचारांतही त्याच आहेत. म्हणून मींही येथें त्याच घेतल्या आहेत. भेद समजण्याकरितां नेहमींच्या उदयास्तास 'नित्योदयास्त' ही संज्ञा योजिली आहे.

सूर्यसान्निध्यामुळें सर्व तारा व ग्रह उदयास्त पावतात. परंतु सांप्रत आपल्या पंचांगांत सर्व ग्रहांचे व तारांपैकीं अगस्त्याचे मात्र उदयास्त देण्याची रीति आहे. त्यांतही गुरु आणि शुक्र यांच्या अस्तोदयाचा आमच्या धर्मशास्त्राशीं संबंध आहे. आमचें ज्योतिःशास्त्र नुसत्या डोळ्यांनीं घेतलेल्या वेधांनींच सिद्ध झालें आहे, यामुळें त्यांत या अस्तोदयांचा पुष्कळ विचार झाला असें दिसतें. परंतु सांप्रत युरोपियन ज्योतिःशास्त्रांत या अस्तोदयाचा विचार व त्यांचें गणित मुळींच नसतें म्हटलें तरी चालेल. सांप्रत युरोपांत ग्रहनक्षत्रांचे वेध दुर्बिणींनेंच घेतात. सूर्याच्या जवळ ग्रह येतात तेव्हां नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतनासे झाले तरी पुढें दुर्बिणींतून कांहीं दिवस ते दिसत असतात. त्याचप्रमाणें उदयाच्या वेळीं अगोदर दिसूं लागतात. या व दुसऱ्या एकदोन कारणांनीं सांप्रत युरोपियन ज्योतिःशास्त्रांत अस्तोदयाचा विचार करीत नाहींत असें दिसतें.

गुरु आणि शुक्र यांच्या उदयास्ताचा आपल्या धर्मकृत्याशीं संबंध आहे. ह्यांपैकीं एकादा ग्रह अस्तंगत असतां मौंजीबंधन, विवाह इत्यादि संस्कार, तसेंच व्रतें, वास्तुप्रतिष्ठा इत्यादि कृत्यें होत नाहींत. ग्रह व नक्षत्रें यांत गुरु व शुक्र यांचे मात्र अस्त धर्मकृत्यांस प्रतिकूळ मानितात. इतर ग्रहांच्या अस्तोदयाचा विचार बहुधा फलग्रंथांत मात्र करतात. गुरु व शुक्र इतरांपेक्षां तेजस्वी आहेत. नक्षत्रांपैकीं कोणतीं तरी नक्षत्रें नेहमीं अस्तंगत असतातच. बुधाचे अस्त वर्षांतून सुमारें सहा वेळा होतात. मंगळाचा अस्त बऱ्याच काळानें होतो, तरी एकदां झाला म्हणजे कधीं पांच महिनेपर्यंत मंगळ दिसत

नाहीं. तेव्हां नक्षत्रें आणि बुधमंगळ यांचे अस्त धर्मकृत्यांस प्रतिबंधक होत नाहींत. ही गोष्ट धर्मशास्त्राचें व्यवहारानुकूलत्वच दाखविते. तरी शनीचा अस्त व्यवहारास नडणारा नसूनही धर्मशास्त्रकारांनीं त्याच्या त्याज्यात्याज्यत्वाचा विचार केला नाहीं हेंही लक्षांत ठेविलें पाहिजे. शनिमंगळ अशुभ मानिले आहेत, म्हणून त्यांचा अस्त प्रतिकूल मानिला नाहीं असें दिसतें.

बुधाचे अस्त व उदय ३४८ दिवसांत सहा सहा होतात. म्हणजे सामान्यतः म्हटलें तर वर्षांत तो ६ वेळा अस्त व ६ वेळा उदय पावतो. त्याचा एकदां उदय झाल्यावर अस्त होण्यास कधीं ४३ दिवस लागतात; कधीं २१ दिवसांनींच अस्त होतो. म्हणजे २१ पासून ४३ दिवसपर्यंत तो सतत दिसत असतो. तसेंच अस्त झाल्यावर उदय होण्यास कधीं ४३ दिवस लागतात; आणि कधीं ९ दिवसांनींच उदय होतो. शुक्राचे उदयास्त ५८४ दिवसांत दोन दोन होतात. म्हणजे सुमारें १९ चांद्रमास २४ दिवस इतक्या काळांत तो दोन वेळा उदय व दोन वेळां अस्त पावतो. एकदां उदय पावल्यावर सतत दिसत असण्याचें शुक्राचें परममान सुमारें २४८ दिवस आहे. त्याच्या अस्तंगतत्वाचीं दोन मानें आहेत. एक सुमारें ५८ पासून ७५ दिवसपर्यंत, व दुसरें ८ पासून १० दिवसपर्यंत. मंगळाचा अस्तोदय सुमारें २ सौर वर्षें ४९ दिवस इतक्या काळांत एकेक होतो. तो एकदां उदय पावल्यावर सुमारें २१ किंवा २२ महिने दिसत असतो. आणि पुढें अस्त पावल्यावर ३ महिन्यांपासून ५ महिनेपर्यंत मुळींच दिसत नाहीं. सुमारें ३९९ दिवसांत गुरूचा एक उदय व एक अस्त होतो. त्यांत २९ पासून ३० दिवसपर्यंत अस्त व बाकी सुमारें ३७० दिवस उदय असतो. शनीचा उदय व अस्त सुमारें ३७८ दिवसांत एकेक होतो. त्यांत सुमारें ३४ पासून ३७ दिवसपर्यंत अस्त असतो. बाकी सुमारें ३४५ दिवस उदय असतो. ह्या कलमांतील बहुतेक नियम सामान्यतः आपल्याच देशास अनुलक्षून दिले आहेत.

अमावास्येच्या सुमारास चंद्र दिसेनासा होतो, तो पूर्वेस दिसेनासा होतो; हें त्याचें अदर्शन पूर्वेस झालें; म्हणजे पूर्वेस अस्त झाला असें म्हणावयाचें. तसेंच, अमावास्येनंतर तो सायंकाळीं पश्चिमेस दिसूं लागतो. हें त्याचें दर्शन म्हणजे उदय पश्चिमेस झाला असें म्हणावयाचें. यावरून ग्रहांचा अस्त कधीं पूर्वेस होतो व कधीं उदय पश्चिमेस होतो याचा अर्थ काय हें समजेल.

बुध व शुक्र ह्यांची गति कधीं सूर्यापेक्षां जास्त असते व कधीं कमीही

असते. ते वक्री असतात तेव्हां अर्थातच तीं कमी असतें. ग्रह सूर्याच्या पूर्वेस जवळच असून त्याची गति सूर्याहून कमी असली म्हणजे त्याचा अस्त होतो; व तो आपल्या पश्चिमेस होतो; कारण त्या वेळीं त्या ग्रहाचा नित्यास्त सूर्याच्या मागाहून लवकरच होत असतो. तसेंच, ग्रह सूर्याच्या पश्चिमेस जवळच असून त्याची गति सूर्याहून कमी असली म्हणजे त्याचा पूर्वेस उदय होतो. मंगळ, गुरु, शनि ह्या बहिर्वर्ती ग्रहांची गति नेहमीं सूर्याहून कमी असते. म्हणून त्यांचा नेहमीं पूर्वेस उदय व पश्चिमेस अस्त होतो. बुधशुक्रांची गति सूर्यगतीहून कमी असेल तेव्हां मात्र त्यांचा अस्त पश्चिमेस व उदय पूर्वेस होतो. जास्त असेल तेव्हां पश्चिमेस उदय व पूर्वेस अस्त होतो. बुधशुक्रांचा पश्चिमेस अस्त व पूर्वेस उदय होतो तेव्हां ते नेहमीं वक्री असतात. व उलट प्रसंगीं मार्गी असतात. हे वक्री असतां एकदां पश्चिमेस यांचा अस्त झाला म्हणजे वक्री असतांच ते सूर्याच्या मागें येऊन त्यांचा पूर्वेस उदय होतो, पुढें ते मार्गी होतात. मग सूर्यगतीपेक्षां त्यांची गति जास्त होऊन पूर्वेसच त्यांचा अस्त होतो. व नंतर ते सूर्याच्या पुढें जाऊन पश्चिमेस उदय पावतात. याप्रमाणें बुधशुक्रांचा एकदां एका दिशेस उदय झाल्यापासून पुनः त्याच दिशेस उदय होईपर्यंत उदय अस्त मिळून ४ होतात. त्याचप्रमाणें एका एकदिगस्तापासून दुसऱ्यापर्यंत ४ होतात. बहिर्वर्ती ग्रहांचे दोनच होतात.

सूर्याभोंवतीं बुधाच्या प्रदक्षिणा सुमारें ३५२ दिवसांत ४ होतात. इतक्या वेळांत पृथ्वीची सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा एकीहून किंचित् कमी होते. ३४८ दिवसांत पृथ्वीपेक्षां बुधाच्या प्रदक्षिणा ३ जास्त होतात. म्हणून ३४८ दिवसांत बुधाचे एक दिगुदय किंवा एकदिगस्त तीन तीन होतात. म्हणून ३४८ दिवसांत बुधाचे अस्त व उदय मिळून १२ होतात, म्हणजे ६ अस्त व ६ उदय. सर्व ग्रहांचीं अस्तोदयकालांचीं मध्यम मानें वर सांगितलीं आहेत, त्यांचीही उपपत्ति यावरून समजून येईल.

ग्रहनक्षत्रें सूर्याजवळ असलीं म्हणजे त्यांचा अस्त किंवा उदय होतो असें वर सांगितलें. आतां तीं किती जवळ आलीं म्हणजे अस्तोदय होतो याबद्दल कांहीं नियम असले पाहिजेत, हें उघड आहे. अमुक ग्रह सूर्याजवळ असतां दोहोंमध्यें अमुक अंतरापेक्षां कमी अंतर झालें म्हणजे त्या ग्रहाचा अस्त होतो व जास्त अंतर झालें म्हणजे उदय होतो, असे नियम असले पाहिजेत. हे नियम मुख्यतः ग्रहनक्षत्रांच्या तेजस्वीपणास अनुलक्षून असले पाहिजेत.

असे नियम आहेत व ते या व दुसऱ्या कांहीं गोष्टींवर अवलंबून आहेत. ग्रहाचा पूर्वेस उदयास्त व्हावयाचा असतां सूर्य व तो ग्रह यांच्या नित्योदयकालांत अमुक अंतरापेक्षां कमी अंतर झालें म्हणजे त्याचा अस्त होतो व जास्त झालें म्हणजे उदय होतो; तसेंच पश्चिमेस उदयास्त व्हावयाचा असतां सूर्य व ग्रह यांच्या नित्यास्तांत अमुक अंतर झालें म्हणजे उदयास्त होतो; असे नियम अमच्या प्राचीन ज्योतिःशास्त्रकारांनीं सांगितले आहेत. उदाहरणार्थ, गुरु व सूर्य यांच्या नित्योदयास्तांत ११० पळें अंतर पडलें म्हणजे गुरूचा उदयास्त होतो असें सांगितलें आहे. ग्रहादिकांच्या दैनंदिन भ्रमणांत १० पळांत ते एक अंश क्रमितात. तेव्हां ११० पळांत ११ अंश झाले. हे अंश कालसंबंधें आहेत म्हणून यांस **कालांश** म्हणतात. रविगुरूंमध्यें ११ कालांश अंतर झालें म्हणजे गुरूचा अस्तोदय होतो.

आमच्या निरनिराळ्या ग्रंथांत ग्रहांच्या अस्तोदयाचे कालांश निरनिराळे आहेत. सांप्रतच्या पंचांगांत ग्रहलाघवांतले कालांश घेतात. अस्तोदयांचा अनुभव पाहून त्यावरून कालांश कायम करून ते पंचांग करतांना घेतले पाहिजेत. मीं स्वतः पांच सहा वर्षें कांहीं अस्तोदयांचा अनुभव घेतला. व आमच्या सायनपंचांगाच्या मंडळींपैकीं एक गृहस्थ रा० रा० **गोपाळ बल्लाळ भिडे** यांनीं या कामीं फार प्रयत्न केला. भिडे हे सन १८९१ सालीं स्वर्गवासी झाले. ते दीर्घायु होते तर आमच्या ज्योतिःशास्त्रज्ञानवृद्धीस त्यांचा पुष्कळ उपयोग झाला असता. असो; आमच्या सर्व अनुभवाचें एकीकरण होऊन त्यावरून अस्तोदयाचे नियम निश्चित करण्याचें काम अजून पूर्ण झालें नाहीं. शनीचा अनुभव घेण्याला मला अद्यापि संधि मिळाली नाहीं. मंगळाचाही एकदोन वेळां मात्र अनुभव घेण्यास सांपडला. या कामीं पर्जन्यादिक किती अडचणी असतात हें स्वानुभवाशिवाय समजणार नाहीं. कांहीं अनुभवावरून आम्ही सायनपंचांगांत कालांश घेतों ते असेः—

शुक्र ८	चंद्र १२	शनि १५
गुरु ११	बुध १३	मंगळ १७

सायनपंचांगांतले अस्तोदय अगदीं बरोबर मिळतात असें अद्यापि सांगतां येत नाहीं. तरी फार तर एकदोन दिवसांचा फरक पडेल. गुरूचा उदय पंचांगांत ज्या दिवशीं असतो त्या दिवशीं गुरु आणि रवि ह्यांच्या नित्योदयांत

११० पळांचें म्हणजे ४४ मिनिटांचें अंतर असेल, असें आम्हीं खात्रीनें सांगतों. परंतु इतकें अंतर जेव्हां असेल, तेव्हां विवक्षितस्थानीं गुरूचा उदय होणें किंवा न होणें ही गोष्ट निराळी. या कामीं निदान १२वर्षें अनुभव घेतला पाहिजे.

संधिप्रकाश सर्व ठिकाणीं सारखा नसतो व एकाच स्थानीं देखील वर्षांतील सर्व दिवशीं तो सारखा नसतो. यामुळें सर्व ठिकाणचे कालांश सारखे असणार नाहींत हें उघड आहे. इंग्लंद वगैरे देशांत संधिप्रकाश फार वेळ असतो. तेथें आपले कालांश कांहीं उपयोगी नाहींत. या देशांतही उत्तरेकडचे कालांश दक्षिणेस फारसे उपयोगी नाहींत. अस्तोदयाच्या वेळीं ग्रह क्षितिजापासून अमुक उंचीवर आला म्हणजे त्याचा अस्तोदय होतो असे नियम ठरविले असतां ते जास्त उपयोगाचे होतील.

स्थिर तारांच्या उदयास्तांत दक्षिणोत्तरस्थानभेदानें फार भेद पडतो, अगस्त्याचा अस्त मुंबई येथें सुमारें मे महिन्याच्या १२ वे तारखेस होतो. उज्जनी येथें सुमारें मे महिन्याच्या ५ व्या तारखेस होतो. ग्रहांच्या उदयास्तांत स्थानभेदामुळें इतका भेद पडत नाहीं. एकदोन दिवसांचा पडतो. तरी एकादे वेळीं बुध, शुक्र, मंगळ यांच्या अस्तोदयकालांत पांच-सात दिवसांचा फरक पडण्याचा संभव आहे. या देशांत निरनिराळ्या अक्षांशांवरच्या चार पांच ठिकाणांचे कालांश ठरविले तर बहुधा ते सर्वत्र उपयोगीं पडतील.

अस्तोदयाचे नियम सूक्ष्मपणें निश्चित केले तरी त्याप्रमाणें अनुभव न येण्यास आणखी कांहीं कारणें आहेत. ग्रह नेहमीं सूर्यापासून व पृथ्वीपासून सारख्या अंतरावर नसतात. अंतराचा कमीजास्तपणा बराच असतो. यामुळें अमुक अंतर असतां अमुक कालांश असें ठरविणें कठिण आहे. दुसरी गोष्ट अशी कीं चांदण्यांत तारांचें तेज कमी होतें. यामुळें अस्तोदयाच्या संधीस चांदणें असलें तर अस्तोदय-वेळेंत फरक पडेल. आणखी असें कीं पहाणारांच्या दृष्टि सर्वांच्या सारख्या सूक्ष्म नसतात. ज्यांच्या दृष्टींत फरक असेल असें सामान्यतः वाटत नाहीं, असे दोन गृहस्थ उदयास्ताच्या संधीला एका वेळीं एक ग्रह पहात असतां एकास तो दिसतो आणि दुसऱ्यास दिसत नाहीं, असा अनुभव आहे. अभ्यासानेंही ग्रह दिसण्यांत फरक पडतो. अस्तोदय पाहण्याचा ज्यांस नेहमीं अभ्यास आहे, त्याला त्याच्याइतक्या सूक्ष्मदृष्टिमनुष्याहूनही ग्रह सूक्ष्मपणें दिसतो. याशिवाय अभ्रें, वातावरणातील आकस्मिक फेरफार, इत्यादि उपाधि आहेतच. हें सर्व मनांत आणूनच ग्रहांच्या उदयास्ता-

रांनी सांगितलें आहे. त्याप्रमाणें एकदोन दिवस टाकावे हे बरें.

अस्तोदयाच्या संधीस दुर्बिणींतून शुक्र पाहण्याची मजा असते. ह्या पुस्तकाच्या वाचकांस अस्तोदय पाहण्याची स्फूर्ति होऊन ते सायनपंचांगाप्रमाणें किंवा इतर कोणत्या तरी पंचांगाप्रमाणें उदयास्तकाल कितपत अनुभवास येतात हें पाहत जातील व कोणा ज्योतिःशास्त्रज्ञास* कळवितील तर त्यांचे आमच्या ज्योतिःशास्त्रावर उपकार होतील. हें पहाण्यास दुर्बिणीची गरज नाहीं. अमुक ग्रहाचा उदय किंवा अस्त अमुक दिवशीं अमुक दिशेस होईल असें पंचांगांत लिहिलेलें असतें त्या संधीस पांच-चार दिवस सूर्योदयापूर्वी किंवा सूर्यास्तानंतर घटका दोन घटका मोडल्या म्हणजे पुरे.

---

* ह्या ग्रंथांत बुध, शुक्र, मंगळ, गुरु, शनि, युरेनस (प्रजापति) ह्या ग्रहांची ओळख होण्याकरितां ते कोणत्या दिवशीं कोठें पहावे ह्याच्या तारखा दिल्या आहेत. पूर्वींच्या आवृत्तींतील तारखा हल्लीं निरुपयोगी झाल्यामुळें त्या काढून त्यांच्या जागीं पुढील दोन वर्षांतल्या घातल्या आहेत. ह्या तारखा काढून देण्याचें काम ज्योतिःशास्त्रज्ञ रा० रा० **केशव त्र्यंबक पेंडसे** ह्यानीं मोठ्या आनंदानें केलेलें आहे. रा० पेंडसे हे मोर्वी—काठेवाड येथें रेलवेकडे हेडक्लार्क आहेत व तें काम संभाळून ज्योतिःशास्त्राचा आज बहुत वर्षें त्यांस व्यासंग आहे. वर्तमानपत्रांतून ह्यांचे लेख नेहमीं प्रसिद्ध होत असतात व ते पुष्कळांनीं वाचलेही असतील. अशीं माणसें देशास भूषण होत.———**ब० ग० दाभोळकर.**



शुक्र

रात्रीं प्रकाशणाऱ्या सगळ्या आकाशस्थ ज्योतींमध्यें शुक्रासारखें तेजस्वी आणि शुक्रासारखें सुंदर दुसरें कोणी नाहीं. पाश्चात्य लोकांत शुक्राला "सौंदर्याची देवता" अथवा "प्रीतीची देवता" अशा अर्थाचें 'वीनस' असें नांव आहे, तें यथार्थ आहे. उपोद्घातांतच शुक्राची आणि आपली ओळख झाली आहे. ह्याची ओळख करून घ्यावयास दुसऱ्या कोणाची गरज नाहीं, असें म्हटलें तरी चालेल. आपल्या देशांत बहुधा आबालवृद्धांस शुक्र माहीत आहे. काळोख्या रात्रीं शुक्राचें थोडेंसें चांदणें पडतें हें पुष्कळांनीं पाहिलेंच असेल. शुक्राहून चंद्र फार मोठा दिसतो यामुळें त्याचें चांदणें जास्त पडतें इतकेंच. परंतु जात्या म्हटलें तर चंद्रापेक्षां शुक्राचें तेज जास्त आहे. सूर्यापासून १२ अंशांवर चंद्र जाईल तेव्हां त्याचें दर्शन होतें. शुक्र तर सूर्यापासून ८ अंशांवरच दिसूं लागतो हें मागच्या प्रकरणांत आपण पाहिलेंच आहे. सूर्याच्या प्रकाशास न जुमानतां दिवसासही दिसणारा सर्व ग्रहांत एक शुक्रच. तो पहाटेस उगवतो तेव्हां सकाळीं सुमारें ९ वाजल्यानंतर मध्यान्हीं आलेला दिसतो. सायंकाळीं पश्चिमेस दिसतो तेव्हां दिवसास सुमारें ३ वाजल्यानंतर मध्यान्हीं येतो. चंद्र त्याच्या जवळ असला तर दिवसास तो सहज दिसतो. आणि एक दिवस पाहिला म्हणजे पुढें त्या खुणेवरून चंद्र जवळ नसतांही दिसतो.

शुक्र एकदां सायंकाळीं पश्चिमेस किंवा पहाटेस पूर्वेस दिसूं लागला म्हणजे सुमारें ८॥ महिने दिसतो. मग त्याचा अस्त होतो. पुढील २ वर्षांत कोणत्या दिशेस त्याचा उदय कधीं होईल, सूर्यापासून त्याचा परम इनापगम कधीं होईल, आणि मग अस्त कोणत्या दिवशीं होईल हें खालीं सांगितलें आहे. उदय झाल्यापासून अस्त होईपर्यंत तो रोज दिसेल हें उघड आहे.

पूर्वेस पहाटेस	पश्चिमेस सायंकाळीं
१९०३ सप्टेंबर २२ उदय	१९०३ सप्टेंबर ६ अस्त
,, नोव्हेंबर २८ परम इनापगम	१९०४ आगष्ट ४ उदय
,, डिसेंबर १९ पिधान (पहाटेस ४ वाजल्यापासून ५ वाजतपर्यंत पूर्वेस पहावें.)	१९०५ फेब्रुआरी १९ परमइनापगम
	,, एप्रिल २२ अस्त

१९०९ एप्रिल २० उदय

„ जुलै ६ परम इनापगम

शुक्राचा इनापगम परम होतो त्याच्या मागेंपुढें कांहीं दिवस तर तो फार तेजस्वी दिसत असतो. सुमारें तेरा चवदा महिन्यांनीं गुरुशुक्रांची एकदा गांठ पडते. शुक्रापेक्षां गुरूचें तेज कमी आहे, तरी गुरु पुष्कळ तेजस्वी आहे. यामुळें ते दोघे एके ठिकाणीं येतात तेव्हां त्यांतला गुरु कोणता आणि शुक्र कोणता हें ओळखण्यास गैरमाहितास अंमळ अडचण पडते. दोन तीन दिवस पहावें म्हणजे दोघांत ज्याची गति जलद तो शुक्र जाणावा. इ० सन १८९२ च्या फेब्रुआरी ६ व्या तारखेस दोघे फारच जवळ आले होते; इतके जवळ कीं नुसत्या डोळ्यांनीं कांहीं वेळ दोघां मिळून एकच ग्रह दिसत होता. १८९४ मध्यें जुलईच्या विसाव्या तारखेस दोघांची युति झाली होती. परंतु तेव्हां त्यांमध्यें अंतर सुमारें एक अंश होतें.

शुक्र कधीं आवशीस दिसतो, कधीं पहाटेस दिसतो. यामुळें हे निरनिराळे दोन ग्रह असावे अशी प्राचीनकाळीं पाश्चात्यांची समजूत होती. आमच्या देशांत केव्हां अशी समजूत होती असें दिसत नाहीं. ते दोन्ही एकच, असें आह्मांस पहिल्यापासूनच समजलें आहे. ऋग्वेदांत वेन या नांवाची एक देवता आहे ती शुक्रच होय.*

तेजानें शुक्र सर्व ग्रहांत वरचढ आहे, परंतु त्यांचे आकार पाहिले तर उलट स्थिति आहे. सर्वांत बुध आणि मंगळ मात्र शुक्राहून लहान आहेत. बाकी सर्व त्याच्याहून मोठे आहेत. त्याच्या खालोखाल तेजस्वी जो गुरु तो आकारानें त्याच्या १३०० पट मोठा आहे. आणि सर्व अचल तारांत तेजस्वी दिसणारा परंतु गुरूहून कमीच तेजस्वी असा जो व्याध, तो त्या गुरूहूनही सुमारें १०० कोटी पट मोठा आहे! परंतु यावरून शुक्र फारच लहान असेल, आणि त्याची चांदणी एवढीशी दिसते ती कितीशी मोठी असणार, असें तुम्हांस वाटेल; तर तसें मात्र नाहीं. शुक्रावर समुद्र असतील तर शुक्राभोंवतीं प्रदक्षिणा करावयाची झाल्यास फार जलद चालणाऱ्या आगबोटीनें २ महिने लागतील. शुक्र बहुतेक आपल्या अवाढव्य पृथ्वी एवढा मोठा आहे.

बुधाप्रमाणें सूर्याभोंवतीं फिरतांना शुक्र एकदां सूर्य आणि पृथ्वी यांच्या

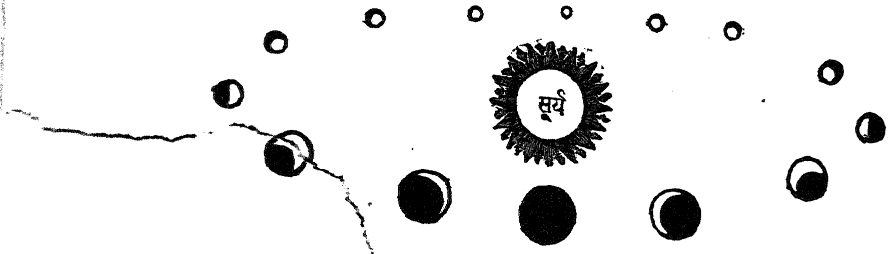
* ही गोष्ट मला प्रथम प्रो० बा० गं० टिळक यांपासून समजली.



वेळीं तो आपल्यापासून सुमारें २॥ कोटी मैल असतो आणि बहिर्योगाच्या वेळीं सुमारें १६ कोटी मैल असतो. या दोन्ही वेळीं तो नुसत्या डोळ्यांनीं किंवा दुर्बिणींतून दिसत नाहीं; त्याचा अस्त असतो. अंतर्योग आणि बहिर्योग यांच्या सुमारास त्याचें बिंब अनुक्रमें ६० विकला आणि १० विकला असतें. नुसत्या डोळ्यांनीं यापेक्षां तें मोठें दिसतें; परंतु किरणांचें अरीभवन होऊन त्याभोंवतीं किरणचक्र दिसतें, यामुळें तसें होतें.

दुर्बिणींतून पाहिलें असतां चंद्राप्रमाणें शुक्राच्या कला कमजास्त दिसतात. त्या चित्रांक १० यांत दाखविल्या आहेत.

चंद्र आणि शुक्र यांच्या कलावृद्धिक्षयाचे नियम एकच आहेत. परंतु वस्तुस्थिति थोडीशी निराळी आहे. चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतो; आणि शुक्र सूर्याभोंवतीं फिरतो; दोघेही पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात. हें मनांत आणून सूर्याभोंवतीं शुक्र प्रत्यक्ष किंवा कल्पनाचक्षूंसमोर फिरवून पहावा; म्हणजे कला कमजास्त कशा होतात हें समजेल. अंतर्योगाच्या वेळीं शुक्राची अमावास्या असते. आणि बहिर्योगाच्या वेळीं पूर्णिमा असते. परंतु ह्या दोन्ही वेळीं त्याचा अस्त असतो. यामुळें शुक्राचें पूर्ण बिंब कधींच पहावयास सांपडत नाहीं. अंतर्योग झाल्यावर पूर्वेस त्याचा उदय होऊन तो पहाटेस दिसतो, तेव्हां त्याच्या कला वाढत असतात. परंतु आपल्यापासून त्याचें अंतरही या वेळीं वा-



चित्रांक १०—शुक्रकलावृद्धिक्षय.

ढत असतें. यामुळें सगळें बिंब लहान लहान होत असतें. पहिल्यानें द्वितीयेच्या चंद्राप्रमाणें त्याची कोर दिसते. त्याचा परमइनापगम होतो, तेव्हां तो शुक्ल अष्टमीच्या चंद्राप्रमाणें दिसतो. आणि अस्त होण्याच्या अगोदर सुमारें शुक्ल त्रयोदशीचतुर्दशीच्या चन्द्राप्रमाणें त्याचें बिंब दिसतें. पुढें अस्त व बहिर्योग

होत असतो. परंतु या वेळीं आपणापासून त्याचें अंतर कमी होत असतें; यामुळें सगळें बिंब वाढत असतें. प्रथम तो दिसूं लागतो तेव्हां सुमारें वद्य द्वितीयेच्या चंद्रासारखा दिसतो. परमइनापगम होतो तेव्हां वद्य ८ च्या चंद्रासारखा दिसतो. व अस्त होण्यापूर्वीं पुन्हा वद्य १४ च्या चंद्राप्रमाणें कोर दिसते. हें दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या कलांविषयीं झालें. नुसत्या डोळ्यांनीं तो परमइनापगमाच्या वेळीं व त्याच्या मागेंपुढें कांहीं दिवस फार तेजस्वी दिसतो हें वर सांगितलेंच आहे. व त्याप्रमाणेंच त्या वेळीं दुर्बिणींतूनही दिसतो.

शुक्राच्या कला कमजास्त होतात असें सूक्ष्मदृष्टीच्या मनुष्यास नुसत्या डोळ्यांनींही कधीं कधीं भासतें. आमचे दैत्यगुरु शुक्राचार्य एकाक्ष आहेत. यावरून ही गोष्ट प्राचीन काळीं आमच्या पूर्वजांच्या लक्षांत आली होती असें दिसतें.

अंतर्योगाच्या वेळीं सूर्याच्या व आपल्या मध्यें शुक्र येतो असें वर सांगितलें. परंतु पृथ्वी आणि शुक्र यांच्या कक्षांची पातळी भिन्न असल्यामुळें शुक्र प्रत्येक अंतर्योगाच्या वेळीं थेट सूर्याच्या आड येत नाहीं, किंचित् उत्तरेस किंवा दक्षिणेस असतो. तो सूर्यबिंबाचें अधिक्रमण फार वर्षांनीं करितो. २४३ वर्षांत तें फक्त चार वेळां होतें. एकदां झाल्यापासून १०५॥, ८, १२१॥, ८ वर्षांनीं क्रमानें होतें.

इ०स०	१६३१	दिसेंबर	७	इ०स०	२००४	जून	८
,,	१६३९	,,	४	,,	२०१२	,,	६
,,	१७६१	जून	५	,,	२११७	दिसेंबर	११
,,	१७६९	,,	३	,,	२१२५	,,	८
,,	१८७४	दिसेंबर	९	,,	२२४७	जून	११
,,	१८८२	,,	६	,,	२२५५	,,	९

या अधिक्रमणांवरून सूर्याचें अंतर काढितात, हें मागें सांगितलेंच आहे. शुक्र नियमितकाळानें सूर्यबिंबाचें अधिक्रमण करितो ही गोष्ट केप्लरच्या पूर्वीं कोणास ठाऊक नव्हती. इ० सन १६३१ या वर्षीचें अधिक्रमण प्रथम त्यानें वर्तविलें. परंतु युरोपांत तें रात्रीचें होतें, यामुळें त्याचा वेध कोणीं घेतला नाहीं. सन १६३९ चें अधिक्रमण इंग्लंदांतल्या एका मनुष्यानें पाहिलें. परंतु सूर्याचें अंतर काढण्यास त्याचा उपयोग झाला नाहीं. पुढल्या अधिक्रमणांव-

वर्षी देशांत सकाळीं दिसेल. तें पुष्कळांनीं पाहिलें असेल. सन १८८२ चें अधिक्रमण या देशांत दिसावयाचें नव्हतें.

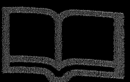
शुक्राचें अधिक्रमण नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतें. सूर्यबिंबावरून एक काळा ठिपका एका बाजूकडून दुसऱ्या बाजूस जातो. चंद्रशुक्रांमुळें होणारीं सूर्यग्रहणें काजळाच्या भिंगाशिवाय नुसत्या डोळ्यांनीं पाहण्याची एक युक्ति आहे. घराच्या छपराला किंवा मांडव वगैरेला लहान लहान भोंकें असलीं तर त्यांतून सूर्याचा प्रकाश पडतो. हा कवडसा अगदीं वाटोळा असतो. सूर्यग्रहणाच्या वेळीं ह्या कवडशास ग्रहण लागलेलें दिसतें. मात्र त्याची दिशा उलटी असते; सूर्यबिंबाचा उत्तरभाग ग्रस्त असला तर ह्यांत दक्षिणभागास ग्रहण लागलेलें दिसतें. ह्या रीतीनें ग्रहण इतकें सूक्ष्मपणें पहाण्यास सांपडतें कीं, तें लागलें केव्हां, सुटलें केव्हां, हेंही सूक्ष्मपणें समजतें. एकाद्या अंधाऱ्या खोलींत एक पांढरा पडदा टांगावा. आणि खोलीला कोठें तरी एक लहानसा झरोका करून त्यांतून त्या पडद्यावर सूर्याचा प्रकाश घ्यावा, म्हणजे त्यांत शुक्रादिकांमुळें होणारें सूर्यग्रहण चांगलें दिसेल. लहानशा दुर्बिणींतून सूर्यबिंब एकाद्या पडद्यावर घेतलें तर त्यांतही ग्रहण चांगलें दिसेल. बुधाचें अधिक्रमण या रीतीनें पहावें.

शुक्राचा बारीकसा ठिपका सूर्यबिंबावरून जातांना दिसतो. एवढ्यावरून सूर्याचें अंतर कसें काढितात, सन १८७४ आणि सन १८८२ ह्या वर्षीचीं अधिक्रमणें पृथ्वीवर कोठें केव्हां किती वेळ दिसलीं, त्यांचे वेध घेण्याची व्यवस्था इंग्लिश, फ्रेंच, जर्मन, अमेरिकन इत्यादि राष्ट्रांनीं कशी केली होती, या विषयाची चर्चा पूर्वी किती वर्षें कशी चालली होती, वेध कसे घेतले, त्यावरून शेवटीं काय सिद्ध झालें व तें होण्यास कितीक विद्वानांस कसें व किती गणित किती वर्षें करावें लागलें, ह्याचें सविस्तर वर्णन केलें तर एक स्वतंत्र ग्रंथ होईल.

शुक्रावर वातावरण आहे; तें फार दाट आहे; व त्यांत फार दाट अभ्रें असतात; असें अलीकडील सूक्ष्मवेधांवरून दिसून आलें आहे. पृथ्वीवरील वातावरणांत क्षितिजाजवळ किरणांचें वक्रीभवन ३४ कला होतें. शुक्राच्या वातावरणांत ४४ कला होतें. वातावरणामुळें अधिक्रमणाच्या वेळीं दुर्बिणींतून त्याची कडा किंचित् प्रकाशित दिसते. शुक्राचे वर्णलेख घेतले आहेत, त्यावरून शुक्राचें वातावरण पृथ्वीवरील वातावरणाहून निराळें असेल, अशीं कांहीं चिन्हें दिसत नाहींत.

अडचण पडते. तसेंच, शुक्राचें वातावरण फार घन आहे व त्यांत दाट अभ्रें असतात, यामुळें त्याच्या पृष्ठभागावरील जमीन, पाणी, पर्वत, इत्यादिकांच्या स्थायी-खुणा कांहीं दिसत नाहींत. परंतु शुक्रावर डोंगर असावे असें अनुमान आहे. त्यास अक्षप्रदक्षिणेला किती काळ लागतो हें खात्रीलायक समजत नाहीं. आजपर्यंत या कामीं अनेक वेध होऊन बरेच मतभेद झाले आहेत. शुक्रावरील दिवस सुमारें २३ तास २१ मिनिटें आहे, असा हल्लीं अजमास आहे. त्याचें वर्ष आपल्या २२५ दिवसांचें आहे. व त्याचा दिवस आपल्याहून थोडासा लहान असल्यामुळें त्याचे वर्षांत त्याचे सुमारें २३० दिवस होतात. वर्ष लहान असल्यामुळें प्रत्येक ऋतुही आपल्याहून लहान असला पाहिजे. आपल्याहून तेथें उष्णता फार आहे. यामुळें वनस्पतींची वाढ आपल्याहून तेथें फार असेल तेव्हां मोठ्या वर्षाची तेथें गरज नाहीं.

पृथ्वीची कक्षा आणि विषुववृत्त यांत २३॥ अंशांचा कोन आहे, तसा शुक्राचा हा कोन सुमारें ५० अंश आहे असा अजमास आहे. परंतु त्याविषयीं खात्री नाहीं. हा कोन इतका मोठा असेल तर शुक्रावरील हवेंत आपल्याहून फारच फेरफार होत असतील. व तेही चमत्कारिक तऱ्हेचे असतील. पुणें येथें मे महिन्याच्या १३ व्या तारखेस सूर्य दोनप्रहरीं डोकीवर येतो. त्यापुढें सुमारें २॥ महिने दोनप्रहरीं खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस असतो. जुलईच्या ३० व्या तारखेस पुनः डोकीवर येतो. या दिवसांत पुण्यास फार उन्हाळा असतो. पुढें सूर्य दक्षिणेस जातो. डिसेंबरच्या २१ व्या तारखेस तो मध्याह्नीं येतो, तेव्हां खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस ४२ अंश म्हणजे दक्षिणेस सुमारें अर्ध्या आकाशांत असतो. या वेळीं पुण्यास फार थंडी असते. शुक्रावरील पुणें—करांस आमच्या पुणेंकरांपेक्षां मोठा व दुप्पट कडक उन्हाळा काढावा लागतो. आणि डिसेंबरांत त्यांना सूर्य आकाशांत अगदीं खालीं म्हणजे क्षितिजापासून कायतो २२ अंशांवर दिसतो. म्हणजे सुमारें लंदनास हिंवाळ्यांत जितकी थंडी असते, तितकी शुक्रावरील पुण्यास असते. शुक्रावरील लंदनांत हिंवाळ्यांत कित्येक दिवस सूर्य दिसतही नाहीं. आणि उन्हाळ्यांत तर पुण्याइतका उन्हाळा असतो. शुक्रावरील प्रत्येक शीतकटिबंध ५० अंश असला पाहिजे, आणि उत्तरदक्षिण उष्णकटिबंधही ५० अंश असले पाहिजेत. म्हणजे असें झालें कीं समशीतोष्ण कटिबंध मुळींच नाहीं, आणि मध्यें १०



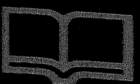
लहान असल्यामुळे हे फेरफार आपल्याहून थोड्या काळांत होणार. तेव्हां किती चमत्कारिक स्थिति होत असेल ! आपल्यास पृथ्वीवरील दृष्टीनें ही चमत्कारिक वाटते. परंतु ईश्वरी दूरदृष्टीपुढें आपली दृष्टि किती !

आपल्यास जसा चंद्र आहे तसा शुक्रास नाहीं. तथापि बऱ्याच गोष्टींनी शुक्र हा पृथ्वीसारखा आहे. तेव्हां त्यावर पृथ्वीप्रमाणें प्राणी नसतील असें म्हणवत नाहीं. पृथ्वीपेक्षां सूर्याला तो जवळ आहे. सूर्यापासून पृथ्वीचें अंतर आणि शुक्राचें अंतर यांचें गुणोत्तर ७२ : १०० आहे. यामुळें ७२ च्या वर्गाच्या जितके पट १०० चा वर्ग आहे तितके पट, म्हणजे सुमारें पृथ्वीवरच्याच्या दुप्पट सूर्याचा प्रकाश शुक्रावर पडतो. आपल्यास सूर्य जेवढा दिसतो, त्याच्या दुप्पट शुक्रावरील लोकांस दिसेल. अर्थात् पृथ्वीवरच्या दुप्पट उष्णता शुक्रावर आहे. मुंबईपेक्षां पुण्यास उन्हाळ्यांत दहा बारा अंशच उष्णता जास्त असते. पुण्याहून पांच चार अंश जास्त वऱ्हाडांत असते. परंतु कोंकणांतले अनभ्यस्त लोक उन्हाळ्यांत पुण्यास आले तर त्यांस ‘ त्राहि त्राहि ’ होतें. पुणेंकरांस वऱ्हाडांतला उन्हाळा असह्य होतो आपल्या प्रांतांत हल्लींच्या दुप्पट उष्णता उन्हाळ्यांत झाली तर सर्वांस स्वर्गाचीच वाट धरावी लागेल. मग शुक्रावर प्राणी कसे राहत असतील, असें मनांत येतें. परंतु शुक्रावरील स्थिति प्राण्यास सर्वथा अयोग्यच आहे असें नाहीं.

ईश्वरी योजना कोणास समजणार ? महासागराच्या तळाशीं पाण्याचा दाब इतका आहे कीं, जमिनीवर कोणत्याही प्राण्यांचा तेथें अगदीं चुराडा होऊन जाईल. यामुळें तेथें प्राणी नसावेत असे कांहीं काळापूर्वी वाटत होतें. परंतु तेथेंही प्राणी राहतात असा हल्लीं शोध लागला आहे. तेथल्या अतिगाढ अंधकारांत पदार्थ दिसण्याजोगीं चक्षुरिंद्रियें त्यांस आहेत. तेच प्राणी वर काढूं लागलें तर पाण्याच्या पृष्ठभागावर पोहोंचण्यापूर्वींच ते मरतात. परंतु ते आपल्या जन्मस्थानीं सुखानें राहतात. यावरून पृथ्वीवरील प्राण्यांप्रमाणें प्राणी शुक्रावर असण्याचा संभव फारसा नाहीं, तरी शुक्रावरील उष्णता आणि थंडी सहन करण्याजोगे प्राणी ईश्वरानें तेथें उत्पन्न केले असतील.नाहीं कोणी म्हणावें?

ज्या ग्रहांस चंद्र नाहीं, त्यांच्या आकाशांत त्याच्याबद्दल कांहीं तरी योजना ईश्वरानें करून ठेविली आहे. आपणास गुरूचें तेज जेवढें दिसतें, त्याच्या दहा बारा पट तेजानें कधीं कधीं बुधावरील आकाशांत शुक्र प्रकाशतो.

कूल्य नाहीं, तरी आपणांस गुरु किंवा शुक्र जेवढा तेजस्वी दिसतो, त्याहून पुष्कळ तेजस्वी आपली पृथ्वी त्यांस दिसते आणि आपल्यास चंद्रप्रकाश जितका सांपडतो तितका नाहीं तरी पूर्णचंद्राच्या विसावा हिस्सा प्रकाश शुक्रावरील लोकांस आपली पृथ्वी आणि चंद्र ह्यांपासून प्राप्त होतो.



मंगळ

सूर्यमालेंत शुक्रापुढें आपली पृथ्वी असून तिच्या पलीकडे मंगळ आहे. ह्याच्या तांबूस वर्णावरून ह्यास अंगारक, लोहितांग, अग्नि इत्यादि नांवें मिळालीं आहेत. जातक*, ताजक, मुहूर्त ह्या ज्योतिःशास्त्राच्या शाखांत मंगळ हा क्रूर ग्रह मानिला आहे, तें त्याच्या रक्ततेस अनुसरूनच आहे. प्राचीन पाश्चात्य लोकांनीं तर ह्याला युद्धाची देवता अशा अर्थाचें ' मार्स (Mars)' असें नांव दिलें आहे. भारतयुद्धाच्या वेळीं हा क्रूर ग्रह वक्री होता. मग काय विचारतां ? त्यानें प्रलय उडवून दिला. युद्धाच्या पूर्वीच ज्येष्ठापर्यंत मंगळ येऊन उलटा अनुराधांकडे वळला. अनुराधा नक्षत्राची देवता मित्र आहे. ह्या स्थितीनें ज्येष्ठ राजा जो दुर्योधन त्याच्या मित्रांचा संहार अंगारकानें दर्शविला, असें भारतटीकाकार म्हणतो. कुजस्तंभ अनिष्टकारक अशी सांप्रत प्रसिद्धि आहे. ग्रह एका नक्षत्रांतून त्याच्या पुढच्यांत, असे जावयाचे ते कधीं कधीं उलटे वळतात. व तसे वळतांना कांहीं वेळ खांबासारखे स्तब्ध दिसतात. मंगळ एका राशींत असतां वक्र झाला म्हणजे पुन्हां सरळ होऊन त्या राशींतून पुढें जाईपर्यंत बरेच महिने लागतात. तेव्हां **कुजस्तंभ** झाला असें म्हणतात. मंगळ हा पृथ्वीचा पुत्र मानिला आहे म्हणून त्यास त्या अर्थाचीं ' कुज ' इत्यादि नांवें आहेत.

मंगळादि बहिर्वर्ती ग्रह सूर्याजवळच नेहमीं नसतात, म्हणून रात्रीं आकाशांत ते पाहिजे तिकडे दिसतात. ते पृथ्वीच्या बाहेर आहेत म्हणून कधीं पृथ्वीच्या एका बाजूस ते व एका बाजूस सूर्य असें होतें. यावेळीं त्यांचें **षड्भांतर** (सूर्यापासून ६ राशींचें अंतर) झालें असें म्हणतात. यावेळीं सूर्यास्ताबरोबर ते उगवतात; व रात्रभर दिसतात. कधीं ते व पृथ्वी यांच्यामध्यें सूर्य येतो, तेव्हां सूर्याचा त्यांचा **योग** झाला असें म्हणतात. व तेव्हां त्यांचा अ-

* आमच्या ज्योतिःशास्त्राच्या **गणित**, **जातक** आणि **मुहूर्त** अशा तीन शाखा मानितात. **ताजक** हा जातकसंबंधें एक विशेष प्रकार आहे. गणिताखेरीज बाकीच्यांस सामान्यतः फलज्योतिष म्हणतात. ग्रह कोणत्या वेळीं आकाशांत कोठें असतील ह्याचें गणित पहिल्या स्कंधांत मुख्यत्वेंकरून असतें. कोण्या प्राण्याच्या जन्मकालीं ग्रहस्थिति असेल तीवरून त्यास जन्मांत होणाऱ्या बऱ्यावाईट गोष्टी यांचा विचार दुसऱ्यांत असतो. आणि विवाहादि कृत्यांस शुभ वेळा कोणती हा विचार तिसऱ्यांत मुख्यत्वें असतो.

स्त असतो. सूर्यापासून पृथ्वीचें अंतर व ह्या ग्रहांचें अंतर ह्यांच्या बेरजेइतकें अंतर योगाच्या वेळीं पृथ्वी व ग्रह यांमध्यें असतें; आणि वजाबाकीइतकें अंतर षड्भांतराच्या वेळीं असतें. अर्थात् षड्भांतरीं ते पृथ्वीला अधिक जवळ असतात. सूर्यापासून मंगळाचें मध्यम अंतर १४१० लक्ष मैल व पृथ्वीचें ९२३ लक्ष मैल आहे. यामुळें षड्भांतरीं पृथ्वीपासून मंगळ ४८७लक्ष मैल असतो व योगाचे वेळीं तर २३३३ लक्ष मैल म्हणजे सुमारें पांचपट अंतरावर असतो. यामुळें सूर्याच्या जवळ असतो तेव्हां, म्हणजे त्याचा उदय नुकताच झाला असतो, किंवा अस्ताची संधि असते तेव्हां, तो जेवढा दिसतो, त्याच्या सुमारें पंधरा-वीस पट षड्भांतरीं दिसतो. तो सूर्याच्या जवळ असतो तेव्हां आवशीस सूर्यास्तानंतर लवकरच मावळतो, किंवा पहाटेस सूर्योदयापूर्वीं थोडाच वेळ उगवतो. या वेळीं तो ओळखण्यास फार पंचाईत पडते; कारण तो सुमारें रोहिणीच्या मुख्य तारेइतका किंवा कदाचित् तिच्याहूनही कमी तेजस्वी दिसत असतो. आणि षड्भांतराच्या वेळीं तर तो गुरूच्या जवळजवळ तेजस्वी दिसतो. ग्रह आणि सूर्य यांच्या मध्यें तीन राशींचें म्हणजे सगळ्या आकाशाचा चवथा हिस्सा किंवा दृश्य आकाशाचा अर्धा हिस्सा इतकें अंतर होतें त्यास **त्रिभांतर** म्हणतात. सूर्याच्या पूर्वेस ग्रह असतां जें त्रिभांतर होतें त्यास **पूर्वत्रिभांतर** म्हणतात. हें योगाच्या पूर्वीं होतें. या वेळीं सूर्य मावळतांना ग्रह मध्याह्नीं येतो. सूर्याच्या पश्चिमेस ग्रह असतां जें त्रिभांतर होतें त्यास **पश्चात्-त्रिभांतर** म्हणतात. हें योगाच्या पश्चात् म्हणजे योग झाल्यावर होतें. या वेळीं सूर्योदयीं ग्रह मध्याह्नीं येतो.

ग्रहांच्या कक्षा पूर्ण वर्तुळाकार नाहींत; किंचित् लांबट म्हणजे दीर्घवर्तुळाकृति आहेत. हें व कक्षेतील उच्चनीच भाग ह्यांविषयीं मागें सांगितलेंच आहे. कक्षेला पूर्ण वर्तुलत्वाहून जो कमीपणा असतो त्यास **केंद्रच्युति** म्हणतात. ही च्युति बुधाखेरीज सर्व ग्रहांपेक्षां मंगळाची फार जास्त आहे. यामुळें मंगळ उच्चीं असतो तेव्हां सूर्यापासून १५४० लक्ष मैल अंतरावर असतो; आणि नीचीं असतां १२८० लक्ष मैलांवर असतो. यामुळें षड्भांतराच्या वेळीं मंगळ जर नीचीं असला तर तो पृथ्वीपासून वर सांगितलेल्या ४८७ लक्ष मैलांपेक्षांही कमी अंतरावर असतो. मंगळाच्या नीचीं पृथ्वी आगष्टच्या २६ व्या तारखेस येते. त्या दिवशीं जर षड्भांतर झालें तर पृथ्वीपासून मंगळ फक्त ३३८ लक्ष मैलांवर असतो आणि मंगळाच्या उच्चीं पृथ्वी फेब्रुआरीच्या २१

ऱ्या तारखेस असते तेव्हां षड्भांतर झालें तर तेव्हां तो ६२७ लक्ष मैल असतो. यामुळें फेब्रुआरींतल्या षड्भांतरापेक्षां आगष्टांतल्या षड्भांतराच्या वेळी तो सुमारें सवातीन पट मोठा व तेजस्वी दिसतो. इ० सन १८९२ मध्यें आगष्टाच्या ४ थ्या तारखेस सूर्य आणि मंगळ यांचें षड्भांतर झालें. त्या वेळीं रात्रीं दहा वाजल्यावर मंगळ आणि गुरु दोघे दिसत असत. आणि पहाटेस आणखी शुक्र दिसत असे. मोठे तेजस्वी तीन ग्रह एकदम क्षितिजावर दिसण्याची अशी संधि फार येत नाहीं.

मंगळ ओळखून सहज पाहतां यावा म्हणून पुढील दोन वर्षांची त्याची स्थिति सांगतों.

१९०३	डिसेंबर	२१	शनीशीं युद्ध. मंगळ दक्षिणेस.
१९०४	फेब्रुआरी	२६	गुरूशीं युद्ध. मंगळ उत्तरेस.
,,	मार्च	९	रेवती पहिल्या तारेच्या अगदीं जवळ पहाटेस.
,,	मार्च	२९	अस्त पश्चिमेस.
,,	जुलै	२१	उदय पूर्वेस. पुढें ८ महिने पहाटेस पूर्वार्धीं दिसेल.
,,	आगष्ट	३	पुनर्वसु योगतारेच्या दक्षिणेस ६ अंश.
,,	डिसेंबर	६	आप तारेच्या दक्षिणेस १ अंश.
,,	डिसेंबर	२०	अपांवत्स तारेच्या दक्षिणेस अगदीं जवळ.
,,	डिसेंबर	२७	चित्रा तारेच्या उत्तरेस ४ अंश.
१९०५	जानुआरी	२६	पश्चात् त्रिभांतर. सूर्योदयीं मध्याह्नीं येईल. पुढें ४ महिने पहाटेस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	फेब्रुआरी	११	विशाखा योगतारेच्या उत्तरेस १ अंश.
,,	एप्रिल	२	वक्री.
,,	मे	८	षड्भांतर.
,,	मे	१८	विशाखा योगतारेच्या दक्षिणेस अगदीं जवळ.
,,	जून	१८	मार्गी.
,,	जुलै	४	विशाखा योगतारेच्या दक्षिणेस २॥ अंश.
,,	आगष्ट	२६	पूर्वत्रिभांतर. सूर्यास्तीं मध्याह्नीं येईल. पुढें ६ महिने आवशीस पश्चिमार्धीं अनुराधांतील उत्तरेकडील तारेच्या दक्षिणेस ३॥ अंशांवर दिसेल.

१९०९ सप्टेंबर ४ ज्येष्ठा योगतारेच्या उत्तरेस २ अंश.
„ आक्टोबर ८ प्रजापति (युरेनस) शीं युद्ध. मंगळ दक्षिणेस.
„ आक्टोबर १९ पूर्वाषाढा योगतारेशीं युति. मंगळ ७ कला उत्तरेस.

पूर्वार्ध याचा अर्थ दृश्य आकाशाचें पूर्वार्ध असा समजावा. आवशीस अमुक ग्रह पूर्वार्धीं दिसतो असें जेथें लिहिलें आहे तेथें तो मध्यरात्रीनंतर केव्हां तरी पश्चिमार्धीं दिसतो असेंही समजावें. षड्भांतराच्या दिवशीं ग्रह सर्व रात्रभर दिसतो. पूर्वरात्रीं पूर्वार्धीं दिसतो आणि उत्तररात्रीं पश्चिमार्धीं दिसतो. पुढें पूर्वत्रिभांतरापर्यंत उत्तरोत्तर सूर्यास्ताच्या पूर्वीं उगवूं लागतो, आणि मध्यरात्रींपूर्वीं मध्याह्नीं येऊं लागतो. अर्थात् मध्याह्नीं आल्यानंतर पश्चिमार्धीं दिसतो. पश्चात्त्रिभांतराच्या दिवशीं ग्रह सुमारें मध्यरात्रीं उगवून सूर्योदयीं मध्याह्नीं येतो व पुढें उत्तरोत्तर षड्भांतरापर्यंत मध्यरात्रीपूर्वीं उगवूं लागतो. म्हणून ग्रह पहाटेस पश्चिमार्धीं दिसेल असें लिहिलें आहे, तेव्हां तो मध्यरात्रीपूर्वीं केव्हां तरी पूर्वार्धींही दिसेल असें समजावें. दोन तीन वेळां अनुभव घेतल्यावर या गोष्टी सहज समजतील.

मंगळाचा अमाप्रदक्षिणाकाल सुमारें ७८० दिवस आहे. म्हणून षड्भांतर, त्रिभांतर, वक्रत्व, मार्गित्व, अस्त, उदय यांच्या एकदांच्या वेळेंत २ सौरवर्षें ५० दिवस मिळवावे म्हणजे त्या त्या गोष्टींची पुढील वेळ सुमारानें निघते.

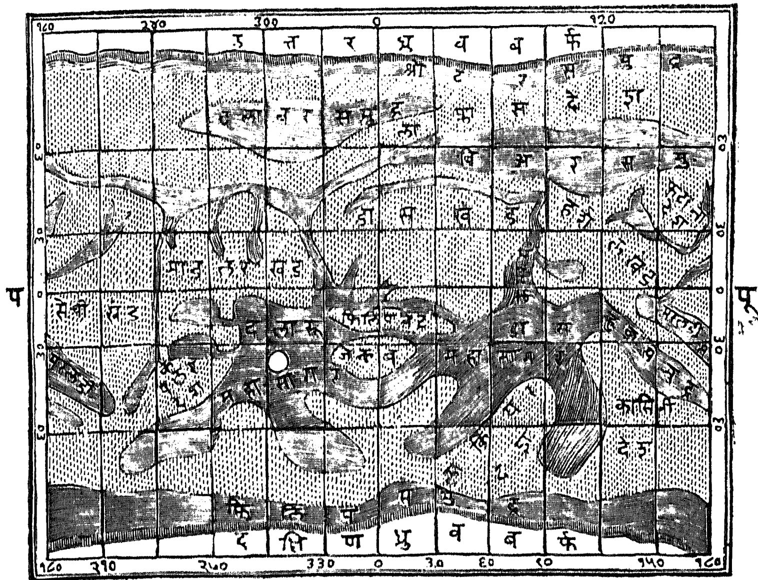
मंगळाचा व्यास पृथ्वीच्या अर्ध्याहून थोडा जास्त आहे. यामुळें मंगळावर जमीन आणि पाणी मिळून आपल्या चतुर्थांशाहून थोडेंसें जास्त इतकेंच आहे. त्याचा आकार पृथ्वीच्या सुमारें षष्ठांश आहे आणि द्रव्य नवमांश आहे. मंगळाच्या पृष्ठभागावरील स्थाइक-चिन्हें जशीं स्पष्ट दिसतात, तशीं इतर कोणत्याही ग्रहावरील दिसत नाहींत. यामुळें मंगळाचा अक्षप्रदक्षिणाकाल अगदीं सूक्ष्म काढितां आला आहे. मंगळावरील दिवस, आपले २४ तास ३७ मिनिटें २३ सेकंद इतका आहे. म्हणजे आपल्याहून सुमारें दीड घटिका मोठा आहे. व मंगळाची सूर्यप्रदक्षिणा आमच्या ६८७ दिवसांत होते इतकें त्याचें वर्ष आहे. यांत त्याचे सुमारें ६६९॥ दिवस होतात. त्याचा एकेक सौर महिना आमच्या सुमारें ५७ दिवसांचा आहे. त्याची कक्षा आणि विषुववृत्त ह्यांच्यामध्यें सुमारें २७ अंशांचा कोन आहे. म्हणजे आपल्यापेक्षां थोडाच जास्त आहे. यामुळें त्यावर हवेचे फेरफार आमच्याप्रमाणेंच बहुतेक होत अ-

सतील. मात्र तेथील एकेक ऋतुकाल आपल्या दुपटीच्या जवळ जवळ आहे. परंतु तेथें सूर्याचा प्रकाश व उष्णता आपल्या सुमारें ३/७ आहे. यामुळें एकंदरींत कांहीं गोष्टींत परिणाम बहुधा सारखेच होत असतील.

मंगळाला दोन उपग्रह आहेत असा शोध इ० स० १८७७ या वर्षीं लागला. हे उपग्रह फारच लहान आहेत. एकाचा व्यास सुमारें १५।२० मैल आहे. दुसरा त्याच्या आंत आहे. व त्याहून बराच तेजस्वी आहे. त्याचा व्यास सुमारें ३०।४० मैल आहे. ग्रह व उपग्रह ह्यांत ह्यांहून लहान दुसरे कोणी नाहींत. ह्यांचीं मंगळापासून अंतरेंही फार थोडीं आहेत. आंतला सुमारें सहा हजार मैल व बाहेरचा सुमारें साडेचवदा हजार मैल अंतरावर आहे. हे मंगळाभोंवतीं फार जलद फिरतात. आंतला ७ तास ३९ मिनिटें इतक्या वेळांत फिरतो व दुसऱ्याची प्रदक्षिणा ३० तास १८ मिनिटांत होते. आपल्या चंद्राचा व्यास आपल्यास जेवढा दिसतो त्याच्या सुमारें पाऊणपट व्यास मंगळावरील लोकांस आंतल्या चंद्राचा दिसत असेल. व आपल्या चंद्राच्या निंमे प्रकाश त्याचा पडत असेल. सुमारें दर आठ तासांनीं पुन्हा पुन्हा दिसणारा व तितक्या थोड्या वेळांतही क्षयवृद्धि पावणारा चंद्र पाहून मंगळावरील लोकांस फारच मौज वाटत असेल. मंगळाचा दुसरा चंद्र फारच लहान आहे. तो आपल्या चंद्राच्या सुमारें पन्नासाव्या हिश्शानें दिसत असेल. आंतला उपग्रह मंगळाच्या पृष्ठभागापासून फक्त ४ हजार मैल दूर आहे. आमच्या चंद्रावर प्राणी आहेत कीं नाहींत याबद्दल आपल्यास निश्चयानें कांहीं ठाऊक नाहीं. परंतु मंगळावर कोणी लोक असतील आणि त्यांच्यापाशीं आमच्यासारख्या दुर्बिणी असतील तर त्यांस त्यांच्या चंद्रावर माणसें आहेत कीं नाहींत हें सहज दिसत असेल.

बुधाखेरीज सर्व ग्रहांहून मंगळ फारच लहान आहे. तरी त्याजविषयीं आपल्यास सर्व ग्रहांहून जास्त माहिती आहे. त्याचा पृष्ठभाग दुर्बिणींतून फार चांगला दिसतो. त्याचा कांहीं भाग तांबूस दिसतो आणि कांहीं हिरव्या रंगाचा दिसतो. तांबूस भाग ही जमीन असावी आणि हिरवा भाग पाणी असावें असें निरनिराळ्या प्रमाणांवरून सिद्ध झालें आहे. मंगळाच्या दोन्ही ध्रुवांभोंवतालचा भाग चकचकित पांढरा दिसतो. तेथें बर्फ असावें असें दिसतें. ऋतुमानाप्रमाणें तो चकचकित भाग कमजास्त होतो. ऋतुमानाप्रमाणें बर्फ कमजास्त होऊन असें होत असावें. मंगळावर वातावरण आहे, व त्यांत कधीं

कधीं आपल्यासारखीं अभ्रें येतात असें दिसतें. यावरूनही मंगळावर पाणी आहे असें सिद्ध होतें. आणि ह्या गोष्टीस वर्णलेखकयंत्रानें प्रत्यंतर मिळालें आहे. आपल्या वातावरणांत जीं तत्त्वें आहेत त्याच प्रकारचीं तत्त्वें मंगळाच्या वातावरणांत आहेत असें त्याच्या वर्णलेखांवरून सिद्ध झालें आहे.



चित्रांक ११—मंगळावरील समुद्र आणि भूमिप्रदेश.

मंगळाच्या पृष्ठभागाचे नकाशे काढण्याविषयीं आजपर्यंत पुष्कळ प्रयत्न झाले आहेत. ह्या शतकांत चंद्राचे नकाशे काढणारे बिअर आणि माडलर यांनीं मंगळाचेही नकाशे काढिले आहेत. परंतु त्यांपेक्षांही **डास** नामक शोधकानें इ० सन १८५२ पासून १८६४ पर्यंत या कामीं केलेले प्रयत्न फारच स्तुत्य आहेत. **मरकेटर**च्या पद्धतीप्रमाणें काढलेला मंगळाच्या सर्व पृष्ठभागांचा नकाशा चित्रांक ११ यांत दिला आहे.

मंगळावरील कोरड्या जमिनीचे मोठाले प्रदेश व समुद्र ह्यांस निरनिराळ्या ज्योतिष्यांचीं नांवें देतात; तीं सदरहू नकाशांत दाखविलीं आहेत.

मंगळाच्या ध्रुवांजवळ बर्फ असतें; व त्याच्या भोंवतीं समुद्र आहे. पृथ्वीवर जमिनीच्या सुमारें तिप्पट पाणी आहे. मंगळावर पाण्याचा प्रदेश जितका, तितकीच सुमारें जमीन आहे. पृथ्वीवर आशिया, यूरोप, आफ्रिका ह्या खंडां-

ची जमीन बहुतेक एके ठिकाणीं आणि अमेरिका एका ठिकाणीं असें आहे; तसेंच तीन महासागर एका ठिकाणीं व दोन एका ठिकाणीं आहेत असें म्हटलें तरी चालेल. मंगळावर तसें नाहीं. त्यावर पाणी आणि जमीन जिकडे तिकडे वांटलेलीं आहेत. मंगळावरील कोणी मनुष्य मनांत आणील तर त्यास पाण्यांत पाय न ठेवितां मंगळाभोंवतीं प्रदक्षिणा करितां येईल; किंवा जमिनीवर न उतरतां, परंतु जमीन दिसेनाशी होईल इतकें लांब न जातां, पाण्यांतून प्रवास करितां येईल; त्या प्रवासांत कधीं तर दोहों बाजूंनीं जमीन दिसत असेल.

लांब परंतु अरुंद असे लहान लहान समुद्र मंगळावर बरेच आहेत. त्यांची लांबी बरीच नसती, तर ते मनुष्यकृतीचे आहेत कीं काय असा संशय आला असता.

एकंदरींत मंगळाचें पृथ्वीशीं पुष्कळ साम्य आहे. यावरून त्यावर पृथ्वीप्रमाणें प्राणी असतील असें अनुमान होतें. पृथ्वीच्या $\frac{3}{७}$ उष्णता मंगळास मिळते हें खरें. तरी उष्णतेपासून कमजास्त परिणाम होणें हें वातावरणाच्या स्थितीवर अवलंबून असतें, असें हल्लीं सिद्ध झालें आहे; व तसा आपल्यास अनुभवही आहे.

मंगळ आणि पृथ्वी यांचें पुष्कळ साम्य दिसतें, तरी केवळ पृथ्वीसारखीच स्थिति मंगळावर असेल असें म्हणवत नाहीं. मंगळाचें वर्ष आपल्या दुपटीचे जवळ जवळ आहे. पृथ्वीवर जर इतकें मोठें वर्ष झालें तर सर्व वनस्पतींची स्थिति चमत्कारिक होईल. त्यांस फुलें व फळें येणें वगैरे गोष्टींच्या काळांत अव्यवस्था होईल. पृथ्वीच्या द्रव्याच्या नवमांश मंगळाचें द्रव्य आहे. परंतु त्याच्या पृष्ठभागाचें मध्यबिंदूपासून अंतर आपल्याहून कमी आहे. यामुळें पृथ्वी आणि मंगळ यांच्या पृष्ठभागाच्या पदार्थांवरील आकर्षणांचें गुणोत्तर २७ : १० आहे. म्हणजे पृथ्वीवर जो पदार्थ २७ शेर भरतो तो मंगळावर १० शेर भरेल. यामुळें प्राणी आणि वनस्पति यांवर आकर्षणाचे घडणारे परिणाम पृथ्वी आणि मंगळ यांचे भिन्न भिन्न आहेत. तसेंच मंगळाच्या हवेवर दाबही पृथ्वीच्या हवेहून कमी आहे. पृथ्वीवर भारमापकांत पारा ३० इंच असतो; तो मंगळावर सुमारें ११ इंच असेल. डोंगरावर जावें किंवा विमानांत बसून वर जावें, तसतसा हवेचा दाब कमी होतो. म्हणून तेथें मनुष्याच्यानें राहवत नाहीं; त्याप्रमाणें पृथ्वीवरील प्राणी मंगळावरील हवेंत राहूं शकणार नाहींत.

असें आहे तरी मंगळावरील सर्व परिस्थिति आपल्यास माहीत नाहीं. परंतु मंगळावरील जमीन, पाणी, त्यांचे विभाग, तेथील हवा, मेघ, पर्जन्य इत्यादि

गोष्टींवरून मंगळावर पृथ्वीवरील प्राण्यांप्रमाणें प्राणी नसले तरी कोणत्या तरी प्रकारचे प्राणी असावे असें दृढ अनुमान होतें. आणि त्याबरोबरच मंगळावरील वातावरणादि गोष्टी आपल्यास हितकारक नाहींत, तरी आपली वातावरणादि परिस्थिति आपल्यास मंगलदायक आहे इतकेंच नाहीं, तर पृथ्वीवरील निरनिराळ्या प्राण्यांस त्यांची त्यांची परिस्थिति मंगलदायक आहे, हें मनांत येऊन ती स्थिति देणाऱ्या मंगलमूर्तीकडे लक्ष लागतें.

लघु ग्रह

मंगळाच्या पलीकडे मोठा ग्रह गुरु हा आहे. परंतु मंगळ आणि गुरु यांच्या मध्यें नुसत्या डोळ्यांनीं न दिसणारे असे कांहीं लहान ग्रह आहेत. त्यांचें थोडेंसें वर्णन करूं.

नेप्चुन् खेरीज करून बाकी ग्रहांचीं सूर्यापासून अंतरें कांहीं एका नियमानें आहेत. ३, ६, १२ अशी एक श्रेढी घ्यावी. हींतील संख्या दुपटीनें वाढत जातात. बुधाचें अंतर ४ मानून पुढें ४ हीच संख्या श्रेढींतील संख्यांत मिळवीत जावें; म्हणजे ज्या संख्या होतात त्यांच्या प्रमाणांत ग्रहांचीं अंतरें आहेत. टिटिअस ह्यानें इ० स० १७७२ मध्यें हा नियम शोधून काढिला; आणि तो बोड ह्यानें प्रसिद्धीस आणिला.

ग्रह	टिटिअसचीं अंतरें	वास्तव अंतरें (पृथ्वीचें १० मानून)	फरक
बुध	४	३.९	–.१
शुक्र	३+४=७	७.२	+.२
पृथ्वी	६+४=१०	१०	०
मंगळ	१२+४=१६	१५.२	–.८
लघुग्रह	२४+४=२८	२० ते ३५	
गुरु	४८+४=५२	५२	०
शनि	९६+४=१००	९५.४	–४.६
युरेनस	१९२+४=१९६	१९१.८	–४.२
नेप्चुन्	३८४+४=३८८	३००.५	–८७.५

नेपचुनचें अंतर ह्या नियमाला अनुसरून नाहीं. परंतु त्याचा शोध लागण्यापूर्वीं हा नियम खरा वाटत होता; व मंगळ आणि गुरु ह्यांचें अंतर इतर ग्रहांमधील अंतराच्या मानानें फार आहे; म्हणून ह्या दोघांच्या मध्यें एकादा ग्रह असावा अशी केप्लरच्या वेळेपासून ज्योतिष्यांस शंका होती. त्या ग्रहाचा शोध लावण्याकरितां इ०स० १८०० मध्यें २४ वेध करणारांची एक कमिटी नेमली. परंतु तिचें काम सुरू होण्यापूर्वींच इ० स० १८०१ जानुआरीच्या पहिल्या तारखेस पियाझी नामक एका ज्योतिष्यास एका ग्रहाचा शोध ला-

शोध **आलबर्स** यानें लाविला. त्याला वाटलें कीं पूर्वी मंगळ आणि गुरु ह्यांच्या मध्यें एक मोठा ग्रह असावा, व तो फुटून त्याचे तुकडे हे लघु ग्रह झाले असावे; व हें मत खरें असेल तर शोध लागलेल्या दोन ग्रहांच्या कक्षांच्या छेदनबिंदूजवळ शोध ठेविला असतां आणखी लघुग्रहांचा शोध लागेल. त्याप्रमाणें १८०४ मध्यें **जुनो**चा शोध लागला. परंतु १८०७ मध्यें **आलबर्स** ह्यास **वेस्ता** ह्या चवथ्या ग्रहाचा शोध लागला, त्याची कक्षा त्यास वाटलेल्या नियमास अनुसरून नाहीं. पुढें ३८ वर्षांत लघुग्रह मुळींच सांपडले नाहींत. परंतु त्यापुढें १८४५ पासून एकादा लघुग्रह सांपडला नाहीं असें वर्षच गेलें नाहीं. अलीकडे पूर्वीपेक्षां मोठमोठ्या दुर्बिणी निघाल्या आहेत; यामुळें उत्तरोत्तर नवीन सांपडणाऱ्या ग्रहांची संख्या वाढत आहे. १८८० पर्यंत २२० ग्रह सांपडले. १८९० अखेर ती संख्या ३०० झाली, व १८९२ जुलईपर्यंत ३२७ झाली आहे. ह्यांतील **फ्लोरा** आणि **हिजिया** ह्या दोन ग्रहांचें सूर्यापासून अंतर चित्रांक. २ ह्यांत दाखविलें आहे. (पृष्ठ १३.)

एक मोठा ग्रह फुटून त्याचे हे लहान ग्रह झाले असतील हें अलबर्सचें मत हल्लीं ग्राह्य नाहीं. कदाचित् तसें झालेंच असेल तर त्या गोष्टीस आजपर्यंत कोट्यवधि वर्षें झालीं असलीं पाहिजेत. तेजोमेघकल्पनेप्रमाणें ह्या लघुग्रहांची उत्पत्ति निराळ्या प्रकारची आहे असें हल्लीं ठरलें आहे. त्याबद्दल वर्णन पुढें येईल.

हे सर्व ग्रह फार लहान आहेत; यामुळें ह्यांचा आकार ठरविणें फार कठिण पडतें. त्यांच्या प्रकाशावरून त्यांच्या आकाराचें अनुमान करितात. सिरिस आणि वेस्ता हे त्या सर्वांत मोठे आहेत. त्यांचा व्यास २०० पासून ४०० मैलपर्यंत आहे. परंतु कांहींचे व्यास तर २० पासून ४० मैलपर्यंत आहेत. या ग्रहांची संख्या आणि प्रत्येकाचा आकार ह्यांची कांहीं तरी मर्यादा असावी, आणि हल्लीं सांपडले आहेत यांहून फार लहान असे दुसरे ग्रह नसावे असें अनुमान आहे. परंतु हल्लींच्याहून फार मोठ्या दुर्बिणी पुढें निघून त्यांतून हल्लींच्याहून फार बारीक असे ग्रह सांपडणार नाहींत असा नियम नाहीं. आणि तसें झाल्यास ह्यांची संख्याही अमर्याद असूं शकेल. तथापि ह्या सर्व ग्रहांचें मिळून जें एकंदर द्रव्य तें मर्यादित आहे. ग्रहाच्या द्रव्याप्रमाणें त्याचें इतर ग्रहांवर आकर्षण पडतें व त्यामुळें त्या मानानें त्याच्या गतींत अनियमितपणा येतो. सगळ्या लघुग्रहांचें मिळून द्रव्य मोठ्या ग्रहांपैकीं एकाच्या इतकें अस-

तें तर त्यामुळें मंगळ आणि गुरु ह्यांच्या कक्षांत कांहीं फरक दिसला असता. परंतु गेल्या शंभर वर्षांत झालेल्या वेधांवरून असा फरक कांहीं दिसला नाहीं. यावरून त्यांचें द्रव्य फार नाहीं असें सिद्ध होतें. हल्लीं सांपडलेले सर्व ग्रह मिळून एक ग्रह बनविला तर त्याचा व्यास सुमारें ४०० मैल होईल. व त्यांत सन १८५० पासून जे ग्रह सांपडले आहेत तेवढाले आणखी हजार ग्रह भरीस घातले तरी त्याचा व्यास ५०० मैलांहून जास्त होणार नाहीं. म्हणजे त्याचें द्रव्य बुधाच्या सुमारें $\frac{१}{२०}$ किंवा पृथ्वीच्या $\frac{१}{४०००}$ होईल.

ह्या लघुग्रहांची कक्षाकेंद्रच्युति आणि विक्षेपमानें फार आहेत. बुध खेरीज करून कोणत्याही ग्रहाची च्युति व्यासाच्या दशांशा इतकी नाहीं. व विक्षेपमान दोन तीन अंशांहून जास्त नाहीं. परंतु पुष्कळ लघुग्रहांची च्युति व्यासाच्या अष्टमांश आहे. व विक्षेपमान १० अंशांहून जास्त आहे. यामुळें त्यांचीं सूर्यापासून अंतरें फार कमजास्त होतात. ह्यांच्या कक्षाप्रदेशाची मंगळाकडची बाजू मंगळापासून तीन-चार कोटी मैलांवर व सूर्यापासून १८ कोटी मैलांवर आहे. व गुरूकडची बाजू गुरूच्या अलीकडे ९ कोटी मैलांवर व सूर्यापासून ४३ कोटी मैलांवर आहे. ह्यांतील पांच-चार ग्रहांचें पृष्ठफळ फार तर मुंबई इलाख्याच्या दुप्पट होईल. बाकीच्यांचें त्याच्या चतुर्थांशही नाहीं. आणि कांहींचें तर फार तर दोन तीन तालुक्यांएवढें असेल. ह्यांतील एकादा ग्रह आपल्या कक्षाप्रदेशांतून किंचित् मागेंपुढें सरकून मंगळ किंवा गुरु ह्यांकडे गेला तर त्याच्या आकर्षणाच्या तडाक्यांत सांपडून त्याची कक्षा अगदीं बदलेल. इतके लहान व आपणास न दिसणारे असे हे ग्रह सूर्यापासून ३०।४० कोटी मैल अंतरावरून त्याच्या भोंवतीं नियमित रीतीनें फिरतात ही केवढी आश्चर्याची गोष्ट आहे !

गुरु

गुरूइतका तेजस्वी ग्रह शुक्रावांचून दुसरा नाहीं. ह्याच्या अस्तोदयाची संधि असते तेव्हां मात्र हा बारीक दिसतो. इतर वेळीं तो सहज ओळखितां येतो. तथापि हा सुलभ रीतीनें ओळखितां यावा म्हणून पुढील दोन वर्षांतील ह्याची स्थिति देतो.

१९०३	डिसेंबर	८	पूर्वत्रिभांतर. सूर्यास्तीं मध्याह्नीं येईल. पुढें ३। महिने आवशीस पश्चिमार्धीं दिसेल.
१९०४	मार्च	१४	अस्त पश्चिमेस.
,,	एप्रिल	१५	उदय पूर्वेस.
,,	एप्रिल	१९	रेवति १३ तारेच्या दक्षिणेस ३॥ अंश.
,,	मे	१६	रेवति २२ तारेच्या दक्षिणेस १ अंश.
,,	जून	२५	रेवति ३० तारेच्या उत्तरेस ३॥। अंश.
,,	जुलै	२२	पश्चात् त्रिभांतर. सूर्योदयीं मध्याह्नीं येईल. पुढें ४ महिने पहाटेस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	आगष्ट	२१	वक्री.
,,	आक्टोबर	१७	रेवति ३० तारेच्या उत्तरेस ३॥ अंश.
,,	आक्टोबर	१९	षड्भांतर.
,,	डिसेंबर	१६	मार्गी.
१९०५	जानुआरी	२०	पूर्वत्रिभांतर. सूर्यास्तीं मध्याह्नीं येईल. पुढें ३ महिने आवशीस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	फेब्रुआरी	११	रेवति ३० तारेच्या उत्तरेस ३॥। अंश.
,,	एप्रिल	२१	अस्त पश्चिमेस.
,,	मे	२०	उदय पूर्वेस.
,,	आगष्ट	१९	पश्चात् त्रिभांतर. सूर्योदयीं मध्याह्नीं येईल. पुढें ४ महिने पहाटेस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	आगष्ट	३०	रोहिणी १ तारेच्या उत्तरेस ५ अंश.
,,	सप्टेंबर	२५	वक्री
,,	आक्टोबर	२२	रोहिणी १ तारेच्या उत्तरेस ५ अंश.
,,	नोव्हेंबर	१४	षड्भांतर.

१९०९ डिसेंबर २७ कृत्तिका योगतारेच्या दक्षिणेस ५ अंश.

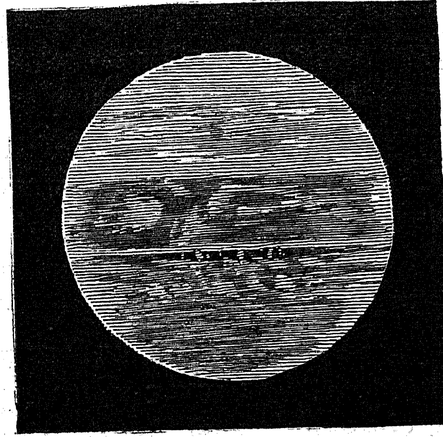
गुरूची अमाप्रदक्षिणा ३९९ दिवसांत होते. म्हणून त्याचें षड्भाषांतर, त्रिभांतर, वक्रत्व, मार्गीत्व, अस्त, उदय ह्यांच्या एकदांच्या वेळेंत १ सौरवर्ष व ३४ दिवस मिळविले म्हणजे त्या त्या गोष्टीचा पुढला वेळ निघतो.

गुरु आपणांस डोळ्यांनीं लहानसा एक बिंदु दिसतो. परंतु तो एवढा मोठा आहे कीं आपल्या पृथ्वी एवढाले १२४० गोल एकत्र करावे तेव्हां गुरुएवढा एक गोल होईल. त्याचें द्रव्य पृथ्वीच्या सुमारें ३०० पट आहे. अर्थात् पृथ्वीच्या ३०० पट त्याचें वजन आहे. तो इतका मोठा आहे कीं त्याच्या द्रव्यांतून सूर्यमालेंतल्या बाकीच्या प्रत्येक ग्रहा एवढाले दोन दोन ग्रह घडविले तरी कांहीं द्रव्य शिलक राहून त्याचीं आणखी कांहीं भुवनें निर्माण करितां येतील. त्यास गुरु हें नांव आमच्या लोकांनीं दिलें आहे तें यासंबंधें अगदीं अन्वर्थ आहे. त्याचे घटककण पृथ्वीच्यांहून विरल आहेत. त्याची घनता सरासरीनें पृथ्वीच्या चतुर्थांश आहे. परंतु यावरून गुरूचें सर्वच द्रव्य इतकें पातळ असेल असें नाहीं. गुरु इतका मोठा आहे, तेव्हां तो मंद असेल असें मनांत येतें. परंतु तसें नाहीं. सूर्याभोंवतीं फिरत असतां तो एका सेकंदांत ८ मैल चालतो. आणि त्याची अक्षभ्रमणगतिही अशीच विलक्षण आहे. पृथ्वीच्या तुलनेनें पाहिली तर ती फारच विलक्षण आहे. पृथ्वीच्या विषुववृत्तावरील प्रत्येक बिंदु एका सेकंदांत जितका चालतो त्याच्या २७ पट, म्हणजे सुमारें ८ मैल, गुरूवरील बिंदु चालतो. आपल्या पृथ्वीच्या दोन अक्षप्रदक्षिणा होतात तों गुरूच्या ५ होतात. यामुळें गुरूवरील दिवस आपले ९ तास ५५॥ मिनिटें एवढाच काय तो आहे. परंतु त्याचें वर्ष फार मोठें आहे. आपलीं बारा वर्षें होतात तेव्हां त्याचें एक वर्ष होतें. आपलें वर्ष होतें तेव्हां कोठें त्याचा एक सौरमहिना होतो. सूर्यापासून पृथ्वीच्या पांचपट अंतरावर गुरु आहे. कधीं तो सूर्यापासून ४६ कोटी मैलांवर असतो, कधीं ५० कोटी मैलांवर असतो. ह्याचा दक्षिणोत्तर व्यास पूर्वपश्चिम व्यासापेक्षां सुमारें ५००० मैल कमी आहे. ह्यामुळें ह्याचा आकार ध्रुवांकडे किंचित् चापट आहे.

गुरूच्या पृष्ठभागावर स्थाईक-खुणा नाहींत म्हटलें तरी चालेल. सन १८७९ मध्यें त्याच्या दक्षिणगोलार्धांत एक तांबडा ठिपका दिसूं लागला, तो मात्र सन १८८३ पर्यंत दिसत होता. तो दीर्घवर्तुलाकृति होता. त्याचा बृहदक्ष विषुववृत्ताशीं समांतर होता; व तो लघ्वक्षाच्या चौपट होता. त्याचें क्षेत्रफळ

जवळ जवळ आपल्या पृथ्वीएवढें होतें. असा एकादा ठिपका दिसतो त्यावरून गुरूचा अक्षप्रदक्षिणाकाळ काढिला आहे. त्यांत असें दिसून आलें आहे कीं गुरूचा विषुववृत्तावरील भाग जितका जलद फिरतो त्यापेक्षां ध्रुवांकडील भाग कमी वेगानें फिरतात. ह्या गोष्टींत गुरूचें सूर्याशीं साम्य आहे. हे ठिपके बहुधा काळसर दिसतात. परंतु कधीं कधीं ते चकचकित दिसतात. दुर्बिणींतून गुरु कसा दिसतो, ह्याचा एक नमुना अंक १२ च्या चित्रांत दाखविला आहे.

गुरूवर विषुववृत्ताशीं समांतर असे कांहीं पट्टे दिसतात. विषुववृत्तावरच एक चकचकित पट्टा दिसतो. त्याचा रंग बहुतकरून मोत्यासारखा दिसतो. ह्याच्या उत्तरदक्षिणभागीं दोन तेजोहीन पट्टे दिसतात. त्यांचा रंग तांबूस दिसतो. कधीं त्यांत जांभळ्या रंगाची झांक मारते. याप्रमाणें ध्रुवापर्यंत क्रमानें चकचकित तेजोहीन पट्टे दिसतात. चकचकित पट्टे विषुववृत्ताशीं पिंवळसर पां-



चित्रांक १२—दुर्बिणींतून पाहिलेला गुरु.

ढरे दिसतात; व उत्तरोत्तर काळसर होत जातात. तेजोहीन पट्टे तांबूस दिसतात. ध्रुवांजवळचे प्रदेश बहुधा किंचित् निळे दिसतात. ह्या पट्ट्यांत ढगांसारख्या व फारच चित्रविचित्र अशा असंख्य आकृति दिसतात. व त्यांचे थर झालेले दिसतात. त्या आकृति दक्षिणोत्तर बदलतात. यामुळें गुरूचा पृष्ठभाग सतत सारखा असा दोन दिवस देखील दिसत नाहीं. त्या आकृति विषुववृत्ताच्या दोन बाजूंस विशेष स्पष्ट दिसतात. म्हणून लहान दुर्बिणींतून त्या पट्ट्यासारख्या दिसतात. त्या पट्ट्यांच्या कडांचा आणि गुरूवरच्या कांहीं भ

रंग वारंवार बदलतो. निरनिराळ्या पट्ट्यांच्या मधला भाग कधीं कधीं गुलाबी रंगाचा दिसतो.

गुरूच्या शारीरस्थितीचें पृथ्वीशीं मुळींच साम्य दिसत नाहीं. सूर्याशीं बरेंच साम्य दिसतें. सूर्यापेक्षां तो कडेपेक्षां मध्यभागीं सुमारें तिप्पट चकचकित दिसतो. आणि दुसरी महत्त्वाची गोष्ट ही कीं त्याला स्वतः थोडासा प्रकाश आहे. त्याच्या पृष्ठावर अनेक उलाढाली झपाट्यानें चाललेल्या दिसतात. तेथील वारे दर तासांत सुमारें २०० मैलांच्या वेगानें वाहतात.

गुरूवरील पट्टे आणि कधीं कधीं दिसणाऱ्या खुणा ह्यांचे आकार आणि रंग वारंवार बदलतात. त्याच्या गोलाच्या वरच्या कांहीं भागांतून पलीकडे असणारे त्याचे उपग्रह दिसतात असें एक दोन वेळां अनुभवास आलें आहे. यावरून असें दिसतें कीं गुरूचा गोल आपणांस दिसतो तो त्याचा वास्तविक गोल नव्हे; दृश्यगोलांत वरच्या भागीं अत्युष्णतेमुळें वायुरूप झालेलीं अशीं द्रव्यें अगदीं विरल पसरलेलीं आहेत; व त्यांच्या खालीं बरेंच विस्तृत दाट वातावरण आहे; त्यांत दाट वाफा अथवा अभ्रें आहेत.

ह्या सर्व गोष्टी घडवून आणणारी उष्णता येते कोठून? सूर्यापासून तर गुरूला आपल्या सुमारें पंचविसावा हिस्सा प्रकाश आणि उष्णता मिळते. यांच्या योगानें वरील परिणाम होणें संभवत नाहीं. यावरून असें अनुमान होतें कीं सूर्याचा अंतर्भाग अत्यंत उष्ण आहे, त्याप्रमाणें गुरूचा अंतर्भाग तितका नव्हे, तरी पुष्कळ उष्ण आहे. गुरूचा वास्तव गोल तोच होय. मोठ्या महासागरांतील सर्व पाण्याची वाफ होऊन राहील इतकी उष्णता त्याच्या अंगीं आहे. तो वरच्या आवरणापेक्षां पुष्कळ दाट आहे तरी कदाचित् घनावस्थेंत असला तर असेल. परंतु प्रायः तो प्रवाही किंवा वायुरूपी आहे. आपल्या पृथ्वीवर जसें जमिनीचें कवच आहे तसें घनकवच त्यावर अद्यापि बहुधा बनलें नाहीं. त्यांतील उष्णतेनें उत्पन्न होणाऱ्या वाफा पृष्ठभागीं सर्वत्र पसरलेल्या असतात. त्यांतील वाफा पोटांतून नुकत्याच बाहेर पडतात तेव्हां स्वयंप्रकाश असतात. यामुळें गुरु किंचित् स्वयंप्रकाश दिसतो.

गुरूवरचा वैषुवपट बहुधा नेहमीं पांढरा असतो. परंतु इ० सन १८६९ पासून १८७१ पर्यंत तो कधीं तांबूस, कधीं नारिंगी रंगाचा, कधीं हिरवापिंवळा, याप्रमाणें अनेक प्रकारच्या रंगांचा दिसला. याप्रमाणें इ० सन १८६० मध्येंही त्याच्या स्वरूपांत पुष्कळ चलबिचल झाली होती. व चमत्कार हा

कीं याच सुमारास सूर्यावर डाग फार दिसले. ह्या दोन गोष्टींच्या समकालीनत्वावरून असें अनुमान ज्योतिष्यांनीं काढिलें आहे कीं सूर्याच्या वातावरणांशीं ग्रहांचा कांहीं तरी संबंध आहे. व त्यांत गुरूचा संबंध विशेष आहे. हा संबंध काय आहे हें मात्र अद्यापि गूढ आहे. सूर्याच्या फार जवळ गुरु असतो, तेव्हांच दोघे परस्परांस उपाधि देतात असें नाहीं; दोघांचें अंतर फार असतांही दोघांच्या वातावरणांत उपाधि होतात. ग्रहांच्या या परस्परसंबंधावरून फलज्योतिषांतील गोष्टी साधार असाव्या असें सहज मनांत येतें.

वर लिहिलेल्या वर्णनावरून गुरूवर वस्ती असेल असें दिसत नाहीं. तेथें प्राणी असलेच तर ते अग्नीमध्यें राहूं शकतील, असे असले पाहिजेत. गुरूवर सांप्रत जरी वस्ती नाहीं तरी कालांतरानें त्याची उष्णता कमी होऊन तो वसतियोग्य होईल असें अनुमान आहे.

आपल्यास जसा एक चंद्र आहे तसे गुरूला पांच चंद्र आहेत. ह्यांपैकीं चोहोंचा शोध गॅलिलियोनें लाविला. ह्या चोहोंच्या आंत पांचवा उपग्रह आहे. त्याचा शोध नुकताच म्हणजे इ० स० १८९२ च्या आगष्ट महिन्यांत लागला. जगांतील सांप्रतची अति मोठी वक्रीकार दुर्बीण अमेरिकेंत हामिलटन पर्वतावरील **लिक** नांवाच्या वेधशाळेंत आहे. तींतून तो प्रथम दिसला. तो १३ व्या प्रतीच्या तारेएवढा आहे. गुरूपासून तो सुमारें ११,२,४०० मैलांवर आहे. गुरूच्या तेजांत लुप्त होऊन तो दिसत नाहीं. परंतु कधीं कधीं ६॥ इंचांच्या दुर्बिणींतून दिसतो. तो सुमारें १७ तास ३६ मिनिटें इतक्या वेळांत गुरूभोंवतीं फिरतो. त्याजविषयीं इतर गोष्टींचा शोध गुरूच्या इतर उपग्रहांप्रमाणें पूर्णपणें अद्यापि लागला नाहीं म्हणून त्याच्या बाहेरच्या चार उपग्रहांचें मात्र वर्णन पुढें केलें आहे.

बाहेरच्या चार उपग्रहांचे व्यास २२०० मैलांपासून ३७०० मैलांपर्यंत आहेत. त्यांत आकारानें तिसरा उपग्रह सर्वांत मोठा आहे. आणि दुसरा सर्वांत लहान आहे. तरी तो आपल्या चंद्राहून थोडासा मोठाच आहे. पहिला गुरूपासून २६०००० मैल अंतरावर आहे. म्हणजे आपला चंद्र आपल्यास जितका दूर आहे त्याहून गुरूचा पहिला चंद्र गुरूपासून दूर आहे. बाकीचे त्याहून दूर आहेत. हे उपग्रह लहानशाही दुर्बिणींतून दिसतात. गुरूच्या तेजामुळें ते नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहींत. परंतु दृष्टि फार उत्तम असेल आणि गुरु न दिसतां त्याच्या बिंबाच्या बाहेरचा अगदीं जवळचा प्रदेश दि-

सेल अशी तजवीज केली, तर बाहेरचे दोन उपग्रह जवळजवळ असतां नुसत्या डोळ्यांनीं देखील दिसतील असा संभव आहे. आपल्या चंद्राहून मोठे असतां ते आपल्यास दिसण्याची इतकी पंचाईत आहे, हें त्यांच्या अतिदूरत्वामुळें होतें. ह्या उपग्रहांचें तेज वारंवार बदलतें.

ह्या उपग्रहांच्या गतीसंबंधें एक चमत्कारिक नियम आहे. पहिल्याची गति, आणि तिसऱ्याच्या गतीची दुप्पट, यांची बेरीज दुसऱ्याच्या गतीच्या तिप्पट होते; आणि पहिल्याचा भोग आणि तिसऱ्याच्या भोगाची दुप्पट ह्यांच्या बेरजेंतून दुसऱ्याच्या भोगाची तिप्पट वजा केली असतां, नेहमीं ६ राशी बाकी राहते. पहिला आणि तिसरा ह्यांची गति एका दिवसांत अनुक्रमें २०३.४८९ अंश आणि ५०.३१७७ अंश आहे. ह्यांतील गति आणि भोग हीं मध्यम समजावीं.

गुरूवरून पहाणारास गुरूच्या चंद्रांची अक्षप्रदक्षिणा होण्यास जो काळ लागतो तो अतिसूक्ष्मपणें काढिला आहे. पहिला १ दिवस १८ तास २८ मिनिटें ३६ सेकंद इतक्या वेळांत एक प्रदक्षिणा करितो. म्हणजे आपल्या चंद्राची एक अमावास्या होते तों त्याच्या १६ होतात आणि तितके वेळां त्याला आणि सूर्याला ग्रहणें लागतात. बाकीच्या उपग्रहांचे प्रदक्षिणाकाळ सुमारें अनुक्रमें ३ दिवस १३ तास, ७ दिवस ४ तास, आणि १६ दिवस १८ तास हे आहेत.

ह्या उपग्रहांच्या छायेनें गुरूला व गुरूच्या छायेंत सांपडून त्यांना ग्रहणें लागतात. तसेंच, केव्हां ते गुरुबिंबाचें अधिक्रमण करितात व केव्हां त्यांचें पिधान होतें. ह्याप्रमाणें चार चंद्रांचे मिळून सोळा चमत्कार होतात. त्यांत प्रतिदिवशीं निदान दोन चमत्कार होतात. कधीं कधीं तेरापर्यंत होतात. दुर्बिणींतून ते पाहण्याची मोठी मौज असते. आपल्या चंद्राच्या प्रतिप्रदक्षिणेंत ग्रहणें होत नाहींत; परंतु गुरूच्या पहिल्या तीन चंद्रांच्या प्रत्येक प्रदक्षिणेंत ग्रहणें होतात. चवथ्याचीं फारशीं होत नाहींत. गुरूची कक्षा, त्याच्या उपग्रहांच्या कक्षा, आणि आपल्या पृथ्वीची कक्षा, ह्यांमध्यें फार मोठाले कोन होत नाहींत. सुमारें ३ अंशांचे होतात. ह्यामुळें हे चारही चमत्कार वारंवार होतात.

कोणत्याही पदार्थाचा प्रकाश आपल्या डोळ्यांत येईपर्यंत त्यास मधला मार्ग क्रमण्यास कांहीं काळ लागतो असा शोध गुरूच्या उपग्रहांच्या ग्रह-

च जितकें अंतर असतें त्यापेक्षां षड्भांतराच्या वेळीं सुमारें १८॥ कोटी मैल, म्हणजे पृथ्वीकक्षेच्या व्यासाइतकें, जास्त असतें. गुरूच्या उपग्रहांच्या ग्रहणांचा काळ गणितानें काढावा त्याप्रमाणें योगाच्या वेळीं ग्रहणें लागतात; परंतु षड्भांतराच्या वेळीं सोळासतरा मिनिटें तीं उशीरां लागतात असें दिसून आलें. व त्यावरून प्रकाशाच्या गतीमुळें असें होतें असें सिद्ध झालें. दुसऱ्याही एकदोन मार्गांनीं प्रकाशाचा वेग काढिला आहे. सूर्यावरून पृथ्वीवर प्रकाश येण्यास ५०० सेकंद लागतात. म्हणजे दर सेकंदास तो सुमारें १८५ हजार मैल चालतो. कोण हा वेग ! ३०० वर्षांपूर्वी गुरु हा एक लोक आहे, आणि तो आपल्या पृथ्वीहून अति विशाल आहे, हें कोणासही माहीत नव्हतें. मग त्याला चंद्र असतील असें कोणाच्या स्वप्नीं तरी कोठून येणार ? परंतु पुढें त्यांचा शोध लागला. त्यांस ग्रहणें लागतात असें दिसलें, आणि त्यांवरून प्रकाशाला वेग आहे असें समजलें. सृष्टचमत्कारांच्या शोधांत असलें म्हणजे एकामागून एक विलक्षण शोध कसे लागत जातात हें ह्यावरून दिसून येतें.

चार चंद्रांची किती विलक्षण मौज असेल असें मनांत येतें. परंतु ही मौज पाहणारे कोण आहेत ? गुरूवर उभें राहण्यास आपल्या पृथ्वीसारखा घन पृष्ठभागच नाहीं. असला तरी गुरूवर प्राणीच नाहींत. असले तरी गुरूचें वातावरण इतकें दाट आहे कीं त्यांतून ते चंद्र दिसण्याची मारामार. दिसले तरी आपल्या चंद्रास सूर्याचा जितका प्रकाश मिळतो त्याच्या पंचविसावा हिस्सा त्यांस मिळणार. त्यांत वृद्धिक्षय आहेच. शिवाय त्यांस वारंवार ग्रहणें लागतात. गुरूच्या १७ रात्रींत पहिल्या उपग्रहास चार वेळां, दुसऱ्यास दोन वेळां आणि तिसऱ्या एक वेळ ग्रहण लागतें. व गुरूच्या अवाढव्य छायेमुळें हीं ग्रहणें कधीं कधीं गुरूच्या अर्ध्या किंवा पाऊण रात्रीपर्यंत असतात. तेव्हां गुरूच्या चंद्रांचा उपयोग गुरूला कांहीं आहे असें आपल्या दृष्टीनें तरी दिसत नाहीं. तर मग हे चंद्र केले कशाला ? असें सहज मनांत येतें.

गुरूला त्याच्या चंद्रांचा उपयोग दिसत नाहीं. परंतु चंद्रांला त्याचा आहे असें मानण्यास जागा आहे. सूर्याचा बुध, शुक्र, पृथ्वी, आणि मंगळ ह्यांशीं असणारा संबंध, आणि गुरूचा त्याच्या उपग्रहांशीं असणारा संबंध ह्यांचें चमत्कारिक साम्य आहे. बुधादि चार ग्रहांहून आकारानें आणि द्रव्यानें सूर्य जसा फार मोठा आहे तसा गुरु आपल्या चंद्रांहून तितक्या मानानें नाहीं, तरी



पुष्कळ मोठा आहे. सूर्याच्या त्या धाकट्या कुटुंबांत तिसरी पृथ्वी, बाकी तिघांपैकीं प्रत्येकापेक्षां व एकंदर तिघांपेक्षां मोठी आहे; तसा गुरूचा तिसरा चंद्र आहे. सूर्यापासून बुधादि चौघांचीं अंतरें ११, २०॥, २८, ४३ या प्रमाणांत आहेत; आणि गुरूपासून त्याच्या चंद्रांचीं अंतरें ११, १८, २८, ४८ या प्रमाणांत आहेत असें आपण मागें स्वप्नांत (पृष्ठ १३) पाहिलेंच आहे. गुरूच्या उपग्रहांस सूर्यापासून प्रकाश आणि उष्णता फार थोडी म्हणजे आपल्या पंचविसाव्या हिश्शानें मिळते; व त्यांतही सूर्याला ग्रहण पुष्कळ वेळां लागतें; याचा बराच मोबदला त्यांस गुरूपासून मिळतो. आपल्यास आपला चंद्र जेवढा दिसतो त्याच्या १४०० पट गुरूच्या पाहिल्या चंद्रास गुरु दिसतो. आणि पूर्ण चंद्रापासून आपल्यास जितका प्रकाश मिळतो त्याच्या १६०० पट त्यास पूर्ण गुरूपासून मिळतो. गुरूच्या शेवटच्या चंद्रासही आपल्या चंद्राच्या ६९ पट गुरु दिसतो व आठ पट प्रकाश मिळतो. गुरूला जात्या थोडासा प्रकाश आहे, व त्यामुळें त्यापासून त्याच्या चंद्रांस कांहीं उष्णता सर्वकाळ मिळत असावी. सारांश, गुरु आणि त्याचे चंद्र ही एक लहानशी सूर्यमालाच आहे. आणि गुरूच्या उपग्रहांची घनता पाण्याच्या सव्वापटीपासून सव्वादोनपटीपर्यंत आहे, म्हणजे गुरूपेक्षां जास्त आहे. ह्या गोष्टी मनांत आणिल्या असतां गुरूच्या चंद्रावर वस्ती असावी, असें अनुमान होतें.

शनि

सूर्यमालेंत गुरूच्या पलीकडे शनि आहे. तो सुमारें पहिल्या प्रतीच्या ता रेएवढा किंवा तिच्याहून किंचित् मोठा दिसतो. त्याचा रंग किंचित् काळसर पिंगट दिसतो. आकाशांत धूर पसरला असतां त्यांतून एकादी तारा जशी दिसते तसा तो कांहींसा दिसतो. तो कोठें आहे हें माहीत असलें म्हणजे तो पहाण्यास बरें. म्हणून पुढील दोन* वर्षांची त्याची स्थिति देतों.

१९०३	डिसेंबर	२१	मंगळाशीं युद्ध. मंगळ दक्षिणेस.
१९०४	जानुआरी	१८	अस्त पश्चिमेस.
,,	फेब्रुआरी	२०	उदय पूर्वेस.
,,	मे	११	पश्चात् त्रिभांतर. पुढें ४ महिने पहाटेस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	जून	२	वक्री.
,,	आगष्ट	१०	षड्भांतर.
,,	आक्टोबर	२०	मार्गी.
,,	नोव्हेंबर	७	पूर्व त्रिभांतर. पुढें २॥ महिने आवशीस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	डिसेंबर	२८	शुक्राशीं युद्ध. शुक्र दक्षिणेस.
१९०५	जानुआरी	२९	अस्त पश्चिमेस.
,,	मार्च	९	उदय पूर्वेस.
,,	मे	२४	पश्चात् त्रिभांतर. पुढें २ महिने पहाटेस पश्चिमार्धीं दिसेल.
,,	जून	१४	वक्री.
,,	आगष्ट	२३	षड्भांतर.
,,	आक्टोबर	३१	मार्गी.
,,	नोव्हेंबर	१९	पूर्व त्रिभांतर. पुढें २॥ महिने आवशीस पश्चिमार्धीं दिसेल.

---

* या दोन वर्षांत शनि विषुवांश २० तास ४२ मिनिटें पासून २२ तास ८ मिनिटें व दक्षिण क्रांति १८ अंशपासून ११ अंश यांच्यामध्यें असल्यामुळें तो उत्तराषाढा व शतभिषक् यांचे दरम्यान दिसेल. परंतु कोणतीहि भारतीय तारा त्याच्या मार्गांत नसल्यामुळें तारांसंबंधीं ओळख देतां येत नाहीं.——**केशव त्र्यंबक पेंडसे.**

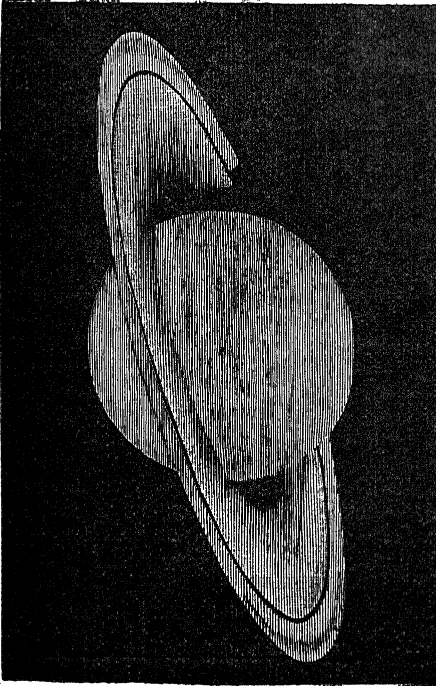
शनीच्या अमाप्रदक्षिणेचा काळ ३७८ दिवस आहे. यामुळें त्याचें षड्भांतर, त्रिभांतर, वक्रत्व, मार्गित्व, अस्त, उदय, यांच्या एकदांच्या वेळेंत १ सौरवर्ष आणि १३ दिवस मिळविले म्हणजे त्या गोष्टींची पुढली वेळ निघते.

शनीला सूर्याभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करण्यास सुमारें २९॥ वर्षें लागतात. इतक्या काळांत तो १२ राशि फिरतो. म्हणजे प्रत्येक राशीला तो सुमारें २॥ वर्षें असतो. आणि एका राशीला तो असतां तिच्या मागच्या व पुढच्या राशींस पीडा करितो अशी समजूत आहे. अर्थात् एकेका राशीला शनीची ही बाधा साडेसात वर्षें असते. एका मनुष्याची राशि वृषभ आहे अशी कल्पना करा. तर मेष राशीला शनि येतांच वृषभ राशीस साडेसाती सुरू होते. ती वृषभ आणि मिथुन राशि क्रमून कर्क राशींत शनि जाई तोंपर्यंत असते.

आपलीं सुमारें २९॥ वर्षें होतात तेव्हां शनीचें वर्ष होतें. आपलीं २॥ वर्षें होतात तेव्हां कोठें त्याचा एक महिना होतो. इतका शनि मंद आहे. तेव्हां त्याला 'मंद' असें नांव आहे तें यथार्थच आहे. डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या ग्रहांत इतका मंद दुसरा कोणी नाहीं. तो वक्री होतो तेव्हा त्याच्या मंदपणाची कमाल होते. तो एकाच ठिकाणीं पुष्कळ काळ घोंटाळत असतो. तारीख १३ नोव्हेंबर सन १८९२ रोजीं तो आप तारेजवळ आला; तरी पुढें ९ महिन्यांनीं आपला पुन्हा तेथेंच. तसेंच १८ नोव्हेंबर १८९३ रोजीं चित्रा तारेजवळ आला, आणि पुन्हां ९ महिन्यांनीं पाहिला तों पुन्हा तेथेंच होता. याप्रमाणें याचें मंदत्व आहे. तेजाविषयीं पाहिलें तरी हाच प्रकार. गुरु आणि शुक्र यांच्या तेजापुढें तर याचें तेज कांहींच नाहीं. परंतु मंगळ, बुध हे ग्रह देखील बहुधा नेहमीं याच्याहून तेजस्वी दिसतात. पायाचा जड, तेजानें हीन, तर मग स्वभावानें कसा असेल ह्याविषयीं सहज अनुमान होतें. मागेंपुढें जाऊन येऊन एकेका नक्षत्राची पिच्छा पुरविणारा हा काळापिंगळा निस्तेज ग्रह बराच काळ एकाच राशीस असतो, तेव्हां तो कांहीं तरी अनिष्ट करील असें साहजिकच प्राचीन लोकांच्या मनांत आलें. शनि हा खलग्रह आहे अशी सर्व देशांत फार प्राचीनकाळापासून समजूत आहे. कौरवपांडवयुद्धाच्या वेळीं तो रोहिणीजवळ होता; आणि तेणेंकरून जगाला अनिष्ट आहे असें सुचवीत होता; असें वर्णन आहे. तो रोहिणीशकटाचा भेद करील तर कसा प्रलय उडेल याविषयीं वर्णन मागें आलेंच आहे. (पृ० ३६.)—सांप्रत तो शकटभेद करीत नाहीं हें आपलें केवढें सुदैव आहे! प्राचीन युरोपियन लोकांनींही क्रूर, मंद

आणि अविवेकी अशा सॅटर्न (Saturn) नामक देवतेचें नांव याला दिलें आहे.

परंतु केवळ डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या बाह्य स्वरूपावरून वस्तूची परीक्षा करण्यांत आपण कधीं कधीं किती चुकतों हें आकाशस्थ ज्योतींच्या अवलोकनानें चांगलें समजतें. येथून आपणास शनि अगदीं मंद दिसतो. परंतु तो आपल्या कक्षेंत दर सेकंदास ६ मैल म्हणजे मिनिटांत ३६० मैल चालतो. अति वेगानें चालणारी आगगाडी फार तर याच्या शतांश चालेल. शनीची स्व परिभ्रमगतिही अशीच झपाट्याची आहे. शनीवर स्थाईक खुणा बहुधा कांहींच दिसत नाहींत. कधींकधीं दिसणाऱ्या एकाद्या ठिपक्यावरून ही गति साधारणपणें काढिली होती. परंतु इ० स० १८७६ सालीं दिसलेल्या एका पांढऱ्या तेजस्वी ठिपक्यावरून अक्षप्रदक्षिणाकाळ सूक्ष्मपणें काढिला आहे. शनीच्या दैनंदिन प्रदक्षिणेस १० तास १४ मिनिटें लागतात. म्हणजे शनीवर अहोरात्र काय तें सुमारें १०। तासांचें आहे. इतक्या वेळांत तो स्वतःभोंवतीं एक फेरा करितो. तेव्हां विषुववृत्तावरचा प्रत्येक बिंदु दर सेकंदास सुमारें ६ मैल चालतो. हें त्याच्या गतीविषयीं झालें. त्याच्या स्वरूपाविषयीं म्हणाल तर आकाश स्वच्छ असतां एकाद्या काळोख्या रात्रीं शनीकडे मोठी दुर्बीण लावून पहा. म्हणजे ज्याची कल्पनाही नाहीं असें विलक्षण चित्र दिसेल. त्यांत एक भव्य गोल आहे, त्याच्या पृष्ठभागावर नानाप्रकारचे रंग चमकत आहेत, ध्रुवाकडे निळा रंग आहे, इतर भागीं पिंवळा आहे, मध्यभागीं एक पांढरा पट्टा आहे, व मध्यें मध्यें चमत्कारिक ठिपके असून त्यावर पिंगट, जांभळा, तांबुस अशा रंगांची झांक मारीत आहे, असें आढळून येईल.



चित्रांक १३—वलयांकित शनि.

परंतु या चित्रांतला ह्याच्यापेक्षांही विलक्षण प्रकार निराळाच आहे. शनि पहात असतां आपण महादेवाची पिंडीच पाहत आहों कीं काय, असें तुम्हांस वाटेल. लिंगाभोंवतीं शाळुंकेचें वेष्टन लागलेलें असतें. शनीभोंवतालचीं कडीं त्यास लागलेलीं नाहींत. आणि तें एकच कडें नसून त्यांत निरनिराळीं वलयें आहेत. यांचा रंग चित्रविचित्र दिसतो. त्यांतलें आंतलें वलय तर आकाशस्थ तेजांत अद्वितीय आहे. कधीं कधीं तें लख्ख जांभळें दिसतें. आणि तें मध्यें असलें तरी त्यांतून पलीकडचा शनिगोलाचा पृष्ठभाग दिसतो.

दुर्बिणींतून शनि मोठा दिसला तरी त्यावरूनही त्याच्या महत्त्वाची वास्तविक कल्पना होणार नाहीं. त्याच्या पूर्वपश्चिम व्यासापेक्षां दक्षिणोत्तर व्यास सुमारें दहावा हिस्सा म्हणजे सुमारें साडेसात हजार मैल कमी आहे. ह्यामुळें त्याचा आकार अगदीं गोल नाहीं; बराच चापट आहे. इतका चापट आकार दुसऱ्या कोणत्याही ग्रहाचा नाहीं. त्याचा मध्यम व्यास पृथ्वीच्या व्यासाच्या सुमारें ९ पट आहे. यामुळें त्याचा पृष्ठभाग पृथ्वीच्या सुमारें ८१ पट आहे. आणि त्याचा आकार पृथ्वीच्या सुमारें ७०० पट आहे. परंतु त्याच्या आकाराच्या मानानें त्याचें द्रव्य नाहीं. त्याची घनता सर्व ग्रहांत कमी आहे. ती पृथ्वीच्या सुमारें सातवा हिस्सा आहे; आणि पाण्याच्या पाऊणपट आहे. म्हणजे अर्थात् शनीवरील पदार्थ सरासरी पाण्याहूनही पातळ आहेत यामुळें त्याचा द्रव्यसंघ पृथ्वीच्या सुमारें ९० पट आहे. परंतु हा देखील कांहीं थोडा नाहीं. शनीहून द्रव्यानें मोठा सर्व ग्रहांत गुरु मात्र आहे. बाकीच्या प्रत्येक ग्रहाएवढे २।२ ग्रह शनीच्या द्रव्यांतून केले तरी आणखी इतकें द्रव्य राहील कीं त्यांतून आपल्या पृथ्वीएवढीं २७ भुवनें बनवितां येतील.

शनीभोंवतीं अतिशय दाट व अभ्रांनीं व्यापलेलें असें वातावरण आहे. त्याचें गुरूच्या वातावरणाशीं साम्य आहे. वस्तुतः शनीच्या वातावरणाच्या आंत घनावस्थेस आलेला असा गोलच नाहीं, असें अनुमान होतें. कारण शनीवर स्थाईक असें कांहींच कधीं दिसत नाहीं. एकादे वेळीं अभ्रांचा वरचा एकादा थर एकीकडे सरून आंतला भाग दिसला तर तोही अभ्रमयच असतो, आणि तोही अगदीं आंतला असेल असें नाहीं. त्याच्या खालीं आणखी तसा थर असेल असें शनीविषयीं जी कांहीं माहिती आहे तीवरून दिसतें. शनीच्या द्रव्याच्या अंगीं आकर्षणशक्ति इतकी असली पाहिजे कीं आपल्या वातावरणापेक्षांही विस्तृत असें शनीचें वातावरण त्या आकर्षणानें प्रवाही किंवा अप्रवा-

वायुरूप राहतें कसें ही मोठी शंका येते.

आणखी असें कीं, आपल्या पृथ्वीचें आकर्षण शनीहून थोडें आहे तरी तिजवरचीं आणि तिच्या पोटांतलीं द्रव्यें शनीच्या द्रव्याहून ७ पट दाट अशा अवस्थेंत आहेत. मग शनीचे प्रकृत्यंश जर पृथ्वीच्या ९० पट आहेत, तर शनीचें आकर्षणही त्याप्रमाणें जबर असलें पाहिजे. आणि त्याच्या योगानें शनिघटकद्रव्य पृथ्वीहून फार दाट होऊन त्याचा गोल बनला पाहिजे. परंतु शनीची घनता पृथ्वीच्या सातव्या हिश्शानें आहे.

तर मग याचें कारण काय, असा प्रश्न उद्भवतो. आणि 'शनीच्या अंगीं असलेली उष्णता' यावांचून त्याला दुसरें उत्तर नाहीं. शनीच्या द्रव्याप्रमाणें त्याच्या अंगीं असणारीं जी आकर्षणशक्ति तिचा प्रतिकार करणारी शक्ति उष्णतेशिवाय दुसरी दिसत नाहीं. त्या उष्णतेमुळें शनीची घनता फार कमी आहे; आणि त्याचें वातावरण वायुरूप अवस्थेंत आहे. या गोष्टीचें दुसरें स्पष्ट उदाहरण सूर्यगोलाचें आहे. सूर्याचें घटकद्रव्य शनीप्रमाणें पृथ्वीच्या ९० पट नव्हे तर ३। लक्षपट आहे. परंतु त्याची घनता केवळ पृथ्वीच्या चतुर्थांश आहे. याचें कारण सूर्याच्या अंगची अतर्क्य उष्णता हें होय. जीं द्रव्यें अगदीं स्थावर असें आपणास वाटतें त्यांचीही ती उष्णता वाफ करिते; आणि ती वाफ सूर्याच्या कवचावर पसरविते. तसेंच त्या उष्णतेच्या योगानें सूर्याच्या प्रचंड घटकद्रव्याच्या मानानें त्याची जी घनता असावी तीहून कमी झाली आहे; इतकेंच नाहीं तर पृथ्वीच्या घनतेहूनही कमी झाली आहे.

तथापि शनीची उष्णता सूर्याइतकी नाहीं हें उघड दिसत आहे. तो पुष्कळ उष्णता बाहेर टाकीत असला तरी त्याच्या दूरत्वामुळें आपल्या अनुभवास येत नाहीं. शनीच्या अंगीं इतकी मात्र उष्णता आहे अशी कल्पना केली कीं तिच्या योगानें तो प्रज्वलित आहे, परंतु त्याचें वातावरण तसें नसून त्यांत अपारदर्शक अभ्रें आहेत, तरी तेवढीच उष्णता त्याच्या घटकद्रव्याचें सांप्रतचें वैरल्य उत्पन्न करण्यास पुरेशी आहे. आणि अशा स्थितीमध्येंही तो पुष्कळ तेजस्वी दिसूं शकेल. त्याच्या पृष्ठभागावर पांढरी वाळू पसरलेली असती तर तो जितका चकचकित दिसता त्याहूनही सदरहु उष्णतेनें तो जास्त तेजस्वी दिसेल. कारण त्याच्या वातावरणांतलि घन आणि शुभ्र अशीं



अभ्रें बर्फापेक्षांही किरणांचें परावर्तन जास्त करतील. व त्याच्या प्रज्वलित गोलांतून निघालेला कांहीं प्रकाश अभ्रांमधून आपल्याकडे येईल.

आणि वस्तुतः अनुभव असाच आहे. गुरु आणि शनि ह्यांच्या पृष्ठांवर आपल्यास पृथ्वीवर माहीत असलेले कोणतेही पदार्थ असले तरी त्यांच्या योगानें ते गोल जितके तेजस्वी दिसावे त्यापेक्षां जास्त तेजस्वी दिसतात; असें त्यांचा प्रकाश मोजल्यावरून दिसून आलें आहे. आपल्या चंद्राच्या दर चौरस मैलावर सूर्याचा जो प्रकाश पडतो त्याचा पंचविसावा हिस्सा गुरूला आणि नव्वदावा हिस्सा शनीला मिळतो. यामुळें ते चंद्रासारखे घनावस्थेंत असते आणि त्यांच्या अंगीं किरणाचें परावर्तन करण्याची शक्ति चंद्राइतकी असती तर त्यांचा प्रकाशलेख घेण्यास अनुक्रमें चंद्राच्या २९ पट व ९० पट वेळ लागता. परंतु गुरूचा प्रकाशलेख घेण्यास फक्त १॥ पट आणि शनीच्यास १५ पट वेळ लागतो. यावरून दिसून येतें कीं गुरु आणि शनि ह्यांच्या प्रकाशाचा कांहीं भाग त्यांच्या अंगचा आहे. हे दोन ग्रह शुभ्र अभ्रांचे बनलेले असते तर जसे प्रकाशते तसे हल्लीं प्रकाशतात असें **झोलनर** नामक प्रसिद्ध ज्योतिष्यानें ठरविलें आहे. ते याहूनही तेजस्वी आहेत असें दुसऱ्या एका ज्योतिष्याचें मत आहे. यावरून हे दोन्ही ग्रह पृथ्वीहून अगदीं भिन्न आहेत. तेव्हां शनीच्या घटकद्रव्यांचें वैरल्य, त्याच्या वातावरणांतील दाट अभ्रें, आणि त्याच्या अंगीं स्वतःचा थोडासा प्रकाश आहे असें दर्शविणारी त्याची तेजस्विता, यांवरून गुरूप्रमाणें शनिही प्राण्यांस राहण्यास योग्य अशा स्थितींत नाहीं असें अनुमान होतें.

असें आहे तर मग परमेश्वरानें एवढा हा गोल उत्पन्न केला कशाला अशी शंका येते. तर गुरूप्रमाणें हा इतर भुवनांचा नेता आहे असें अनुमान करण्यास जागा आहे. शनीचें हें राज्य केवढें व कसें काय आहे हें पाहूं.

शनि हा केवळ सूर्याचीच लहानशी प्रतिमा आहे असें नाहीं, तर सगळ्या सूर्यमालेची ही प्रतिमा आहे. सूर्यमालेंत आठ ग्रह आहेत. शनीभोंवतालीं प्रत्येक बाजूस सुमारें २३ लक्ष म्हणजे दोहों बाजू मिळून ४६ लक्ष मैल इतक्या प्रदेशांत ८ भुवनें त्याभोंवतीं फिरतात. त्यांतला जो लोक अगदीं लहान आहे त्याचा व्यास १००० मैल आहे. आणि सर्वांत मोठा आहे तो तर बुधापेक्षां मोठा आहे. कदाचित् मंगळाएवढाही असेल.

ह्या आठ उपग्रहांपैकीं सर्वांत मोठ्या उपग्रहाचा शोध इ० सन १६५५

फ्रेंच ज्योति[illegible]
ग्रह शोधून काढिले. आणि सर्वांत धाकटा इ० सन १८४८ मध्यें सांपडला. हे उपग्रह आपल्यापासून फार लांब असल्यामुळें अगदीं बारीक दिसतात. मोठा, आठव्या प्रतीच्या तारेएवढा दिसतो. कांहीं तर शेवटल्या प्रतीच्या तारांएवढे दिसतात. अर्थात् हे दुर्बिणीवांचून दिसत नाहींत. ह्या उपग्रहांच्या कक्षा आणि शनीच्या कक्षा ह्यांमध्यें सुमारें २८ अंशांचे कोन आहेत. यामुळें यांचीं ग्रहणें वगैरे फार क्वचित् होतात.

अगदीं आंतला उपग्रह शनीपासून १२० हजार मैलांवर आहे. त्याच्या आंत शनीचीं वलयें आहेत. त्यांचें वास्तविक स्वरूप सन १६५५ ह्या वर्षी कळलें. ह्या वलयांत दोन वलयें चकचकित आहेत. (अंक १३ चें चित्र पहा). त्यांच्या आंतलें तिसरें तेजोहीन आहे. बाहेरच्या वलयाच्या बाहेरच्या कडेचा व्यास सुमारें १६७ हजार मैल आहे. व आंतल्या कडेचा १४७ हजार मैल आहे. म्हणजे ह्या वलयाची रुंदी १० हजार मैल आहे. त्याची बाहेरची कडा शनीच्या मध्यबिंदूपासून ८३॥ हजार मैलांवर आहे. ह्या वलयाच्या आंत १७०० मैल रुंदीची जागा असून तिच्या आंत दुसरें चकचकित वलय सुमारें १७॥ हजार मैल रुंदीचें आहे. त्याच्या आंत ८॥ हजार मैल रुंदीचें तेजोहीन वलय आहे. व त्याच्या आंतल्या कडेपासून शनीच्या पृष्ठभागापर्यंत सुमारें १०००० मैल रुंदीची जागा रिकामी आहे. तिच्या आंत ७२ हजार मैल व्यासाचा शनिगोल आहे. ह्या वलयांचा परिघ आणि रुंदी ह्यांच्या मानानें त्यांची जाडी फारच थोडी आहे. ती बहुधा शंभर मैलांच्या आंतच असावी. हीं वलयें शनीच्या विषुववृत्ताभोंवतीं म्हणजे पूर्वपश्चिम पसरलेलीं आहेत. मागें आपण स्वप्नांत (पृष्ठ १२) पाहिल्याप्रमाणें ३९ इंच व्यासाच्या शनिगोलाभोंवतीं ५ इंच जागा सोडून ८० इंच व्यासाचें एक कागदाचें वर्तुळ कापून लाविलें व त्याच्या परिघाची रुंदी १८।१९ इंच केली तर त्यावरून शनीच्या वलयांची कल्पना मनांत येईल. हें कागदाचें वर्तुळ शनीला कोठेंही न लागेल असें आपल्यास ठेवितां येईल काय ? परंतु आकाशांत तर हा वलयप्रदेश शनीला कोठेंही लागलेला नाहीं. तरी शनि सूर्याभोंवतीं फिरत असतां ह्या वलयांचें स्थान शनीच्या संबंधें अगदीं पालटत नाहीं. जसा काय तो एक शनीचा अवयव आहे, अशा रीतीनें तीं त्याबरोबर असतात.

पृथ्वीच्या कक्षेचा विषुववृत्ताशीं २३॥ अंशांचा कोन आहे त्याप्रमाणें शनीच्या कक्षेचा त्याच्या विषुववृत्ताशीं सुमारें २७ अंशांचा कोन आहे. आणि वलयें विषुववृत्ताच्या दिशेंत आहेत. अर्थात् त्यांचाही कक्षेशीं इतका कोन आहे. यामुळें पृथ्वीवर सूर्य जसा वर्षांत दोन वेळां विषुववृत्तावर येतो त्याप्रमाणें शनीच्या वर्षांत म्हणजे आपल्या २९॥ वर्षांत सूर्य दोन वेळां त्याच्या विषुववृत्तावर येतो, तेव्हां सूर्यावरून पहाणारास कागदाच्या कडेप्रमाणें ह्या वलयांची कडा दिसते. म्हणजे शनीच्या विषुववृत्तांत वलयांच्या जागीं एक सरळ रेषा दिसते. व बहुधा त्याच वेळीं पृथ्वीवरून पाहणारास तशीच रेषा दिसते. त्या वेळीं सामान्य दुर्बिणींतून वलयें मुळींच दिसत नाहींत. शनीचा मंदस्पष्ट (सूर्यावरून दिसणारा) भोग १७२ अंश किंवा ३५२ अंश असतो तेव्हां म्हणजे सांप्रत तो सुमारें पूर्वा आणि उत्तरा किंवा पूर्वाभाद्रपदा आणि उत्तराभाद्रपदा यांच्या सुमारास असतां अशी स्थिति असते. इसवी सन १८९२ सालाच्या आरंभीं कांहीं महिने वलयें मुळींच दिसत नव्हती म्हटलें तरी चालेल. परंतु ३० वर्षांत अशी स्थिति थोडेच महिने असते. शनीचा मंदस्पष्ट भोग ८२ किंवा २६२ अंश असतो तेव्हां म्हणजे तो मृग किंवा मूळ या नक्षत्रांच्या सुमारास असतो, तेव्हां वलयें पाहण्याची चांगली संधि असते. तेव्हां तीं चित्रांक १३ यांत दाखविल्याप्रमाणें रुंद दिसतात. इ०स० १८९९ मध्यें अशी संधि आली होती. व पुढें सुमारें दर १४॥ वर्षांनीं येईल. या संधीच्या पूर्वीं व नंतरही एक दोन वर्षें तीं बरींच रुंद दिसतात. शनि उत्तरगोलार्धांत असतो, तेव्हां वलयांचा दक्षिणचा पृष्ठभाग आपल्यास दिसतो. आणि तो दक्षिणगोलार्धांत असतो तेव्हां वलयांचा उत्तरचा पृष्ठभाग दिसतो. शनीचीं वलयें आणि पहिले सात उपग्रह यांच्या कक्षा एका पातळींतच आहेत असें म्हटलें तरी चालेल. यामुळें वलयांची जेव्हां केवळ एक रेषा दिसते तेव्हां ते उपग्रह पाहण्याची चांगली संधि असते. आणि तेव्हां माळेंत मणि ओंविल्याप्रमाणें ते फार मौजेचे दिसतात. याच संधीस केव्हां केव्हां असा योग येतो कीं, पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या मध्यें वलयें येतात. तेव्हां तर तीं पाहण्याची फारच मौज असते.

वलयांप्रमाणें अगदीं आंतल्या तेजोहीन वलयाचा शोध इ०सन १८५० या वर्षीं लागला. तें बहुधा पारदर्शक आहे. त्यांतून शनीचा पृष्ठभाग दिसतो. बाकीचीं वलयें अपारदर्शक आहेत. तरी त्यांची जाडी सर्वत्र सारखी नाहीं.

बाहेरच्या चकचकित वलयाचे २ भाग असावे असें दिसतें. त्यांत बाहेरून तिसरा हिस्सा रुंदीवर काळ्या रंगाची छाया आहे. वलयांत इतर भागींही कधीं कधीं अशी छाया दिसते. यावरून तेथील वलयाचा भाग कांहीं काळ विरल होऊन पुनः दाट होत असावा. आंतल्या चकचकित वलयाची रुंदी दिवसेंदिवस वाढत असावी व तें शनीच्या पृष्ठभागाच्या जवळ जवळ येत असावें असें कांहीं ज्योतिष्यांचें अनुमान आहे.

सगळ्या सूर्यमालेंत एकट्या शनीभोंवतीं असणाऱ्या ह्या चमत्कारिक वलयांच्या शारीरघटनेविषयीं असा निर्णय हल्लीं ठरला आहे कीं, अति लहान अशा कोट्यवधि उपग्रहांच्या योगानें हीं वलयें झालीं आहेत. आणि ते उपग्रह परस्परांशीं फार निकट असल्यामुळें ते निरनिराळे दिसत नाहींत. त्यांतील प्रत्येक उपग्रह स्वतंत्रपणें शनीभोंवतीं फिरत आहे. त्यांच्या कमजास्त दाटीमुळें वलयें कमजास्त तेजस्वी दिसतात. जेथें ते फार दाट आहेत व दक्षिणोत्तर भागीं कांहीं मैलपर्यंत पसरले आहेत तेथें वलयें चकचकित व अपारदर्शक दिसतात. व जेथें ते विरल आहेत व त्यांचा थर अगदीं पातळ आहे तेथें तीं तेजोहीन व पारदर्शक दिसतात.

अशा प्रकारचें हें शनीचें राज्य आहे. तेव्हां शनि हा सूर्याची गुरूहूनही महत्त्वाची प्रतिमा आहे. आमच्या लोकांनीं शनि हा सूर्याचा पुत्र मानिला आहे तें यथार्थ दिसतें. असा हा पुत्र सूर्यानें कशाकरितां निर्माण केला ह्याचा विचार करितां, शनीवर वस्ती आहे कीं नाहीं याविषयीं मागें जीं प्रमाणें दाखविलीं आहेत तीं एका बाजूस ठेविलीं तरी, शनीचा उपयोग त्याच्या परिवारास असला पाहिजे किंवा परिवाराचा उपयोग त्यास असला पाहिजे, ह्या दोहोंपैकीं कोणती तरी गोष्ट आपल्यास कबूल केली पाहिजे. सर्व उपग्रह एकदम पूर्ण प्रकाशित असले तरी आपल्या पूर्णचंद्रापासून जो प्रकाश आपल्यास मिळतो त्याचा फक्त सोळावा हिस्सा प्रकाश त्यांपासून शनीला मिळेल. सूर्यापासून ८८ कोटी मैलांवर म्हणजे पृथ्वीच्या सुमारें

हे. तेव्हां आपल्याला जो प्रकाश मिळतो त्य

ळतो. बाकी ८९ हिस्से सूर्याचा प्रकाश न

चंद्रांच्या चांदण्यानें कितीसा मिळणार

वरच्या हिंवाळ्यांत दिवसास तीं सूर्या

शावर काळोख पाडितात. व तो काळे

वर्षें असतो. अर्थात् हिंवाळा जास्तच कडक होतो. तेव्हां रात्रीसही त्यांचा प्रकाश पडत नाहीं. उन्हाळ्यांत मात्र तीं सूर्याच्या आड येत नाहींत व रात्रीस त्यांचें चांदणें पडतें. परंतु तेव्हां त्याचा विशेष उपयोग नाहीं.

दुसऱ्या पक्षीं पाहिलें तर शनीपासून त्याच्या परिवारास परावृत्त झालेला पुष्कळ प्रकाश मिळतो. व शनीच्या अंगचाही कांहीं प्रकाश मिळत असेल. तेव्हां गुरूच्या परिवाराप्रमाणें शनीच्या उपग्रहांवरही प्राणी असावे असें अनुमान होतें. आणि जो शनि आपल्या आकर्षणानें आपल्या परिवाराचा नियंता आहे, तो त्याचा आणि त्यावरील प्राण्यादिकांचा पोषण करणारा पूषाही असला पाहिजे.

युरेनस आणि नेप्चुन्

(प्रजापति आणि वरुण)

जिज्ञासा ही एक विलक्षण गोष्ट आहे. मनुष्याला जिज्ञासा नसती तर तो ज्या उच्चावस्थेस आज पोंचला आहे, ती त्याला प्राप्त झाली नसती. प्रयोजनावांचून कोणत्याही कार्यास मनुष्य प्रवृत्त होत नाहीं, ही गोष्ट तर खरीच. परंतु ह्या स्वार्थाच्या मनोवृत्तीबरोबर जिज्ञासा ही मनोवृत्ति नसती तर मनुष्याला इतर प्राण्यांपेक्षां श्रेष्ठ म्हणणें शोभलेंच नसतें. युरोप, अमेरिका या खंडांत ज्योतिषज्ञान जें इतकें वाढलें, त्यास मूलकारण नौकागमन हें होय. आमचें त्यावांचून कांहीं आडलें नव्हतें. यामुळें आमचें ज्योतिषज्ञान पाश्चात्यांच्या मागें राहिलें. तथापि केवळ नौकागमनाच्या आवश्यकतेमुळेंच युरोपांत व अमेरिकेंत ज्योतिषसंबंधें नवीन शोध लागले असें नाहीं. चंद्राची गतिस्थिति बरोबर समजून त्याचे व तारांचे सामान्य वेध घेतां आले आणि पृथ्वीची माहिती असली, म्हणजे अफाट समुद्रांतून नौका पाहिजे तिकडे नेण्याचें काम सामान्य क्यापटन करूं शकेल. त्यास न्यूटन किंवा केप्लर नको; किंवा ग्रह, तारा हे काय पदार्थ आहेत इत्यादि ज्ञानाची जरूरी नाहीं, परंतु मनुष्य एकदां कोणत्याही कामीं लागला म्हणजे जिज्ञासा त्यास पुढें नेते.

ज्याला ग्रह किंवा एकादी तारा ठाऊक नाहीं--अशाही मनुष्यानें एकादे वेळीं आकाशांत एकादी तेजस्वी तारा किंवा ग्रह पाहिला तर तो विचारतो कीं, हा कोण आहे हो? मला तर असा अनुभव पुष्कळ आहे; व वाचकांपैकीं पुष्कळांस असेल. इतर तारांहून बुधशुक्रादि पांच तारा कांहीं निराळ्या आहेत, त्यांस गति आहे, म्हणजे ते ग्रह आहेत, हें मनुष्यास समजणें हें त्याच जिज्ञासेचें फल होय. मनुष्योत्पत्तीनंतर बराच काळ हें ज्ञान होण्यास लागला असेल. तें प्रथम कोणास झालें हें समजणें तर राहिलें, परंतु प्रथम कोणत्या राष्ट्रांत झालें, हेंही आतां ठाऊक नाहीं. मग तें कधीं झालें हें कोठून समजणार?

शुक्रादि पांच ग्रह ज्यानें पाहिले आहेत, त्यास सांगितलें कीं, त्यांसारखेच आणखी दोन ग्रह आकाशांत दिसतात. तर त्यास आश्चर्य वाटून तो लागलाच म्हणेल कीं, कोठें आहेत, दाखवा. जर ते गुरुशुक्रांसारखे तेजस्वी दि-

सले तर त्यास मोठा आनंद होईल. असे २ ग्रह आहेत. ते नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहींत खरे, तरी सदरहु मनुष्यास ते प्रत्यक्ष पाहून आनंद झाला असता तसा दुर्बिणींतून ते पाहून ज्योतिष्यांस होतो. इ० सन १७८० पर्यंत ते माहीत नव्हते, पुढें त्यांचा शोध लागला.

हर्शल नामक एक प्रख्यात ज्योतिषी इंग्लंदांत होऊन गेला. त्याचें नांव मागें आलेंच आहे. तो स्वतः दुर्बिणी करीत असे. आकाशाच्या निरनिराळ्या भागीं तारा किती दिसतात, इत्यादि गोष्टींसंबंधें त्याचे महत्त्वाचे शोध चालले होते. इ० सन १७८१ च्या मार्चच्या १३ व्या तारखेस तो मिथुन राशींतील तारा पहात असतां इतरांपेक्षां मोठी एक तारा त्यास दिसली. तेव्हां ती स्थिर तारांपैकीं नव्हे, असा त्यास संशय आला. या वेळीं २२७ प्रभावाच्या (पदार्थ मुळच्याहून इतके पट मोठा दाखविणाऱ्या) भिंगांतून तो पहात होता. अधिक प्रभावाच्या भिंगांतून ग्रहांचे व्यास ज्या मानानें मोठे दिसतात, त्या मानानें तारांचे दिसत नाहींत, असा त्यास अनुभव होता. त्यावरून तेव्हांच २००० पर्यंत प्रभावाच्या भिंगांतून पाहिल्यावरून त्याची खात्री झाली कीं, ती तारा स्थिर तारांपैकीं नाहीं. तो धूमकेतु आहे, असें त्यास वाटलें. पुढें कांहीं दिवसपर्यंत त्याच्या गतीचें गणित झाल्यावरून तो ग्रह आहे असें समजलें.

इंग्लंदचा राजा तिसरा जार्ज याच्या कारकीर्दींत हा ग्रह सांपडला. व त्या राजाचा हर्शल ह्यास आश्रय होता. म्हणून त्यानें 'जार्ज' हें नांव नव्या ग्रहास द्यावें असें सुचविलें. इतर देशांतल्या ज्योतिष्यांनीं नवीन ग्रहास त्याच्या शोधकाचें हर्शल हेंच नांव ठेविलें. हीं दोन्ही नांवें कांहीं वर्षें चाललीं. इतर ग्रहांस पाश्चात्यांचीं जीं नांवें आहेत, तीं प्राचीन ग्रीक आणि रोमन लोकांच्या देवतांचीं आहेत. त्याप्रमाणेंच ह्या ग्रहास नांव द्यावें, असा विचार पुढें निघाला. आमचे गुरु आणि शनि ह्यांस अनुक्रमें जुपिटर आणि सॅटर्न हीं युरोपियन नांवें आहेत. प्राचीन ग्रीक देवतांत सॅटर्न हा जुपिटरचा पिता होय. म्हणून सॅटर्नच्याही पलीकडे असणाऱ्या ग्रहास सॅटर्नचा पिता म्हणजे जुपिटरचा पितामह आणि सर्व देवांमध्यें वडील जो युरेनस ह्याचें नांव द्यावें असा विचार होऊन त्याप्रमाणें देण्यांत आलें. युरेसनच्या पलीकडे आणखी एकादा ग्रह असेल, अशी त्या वेळेस कल्पनाही नव्हती. परंतु आणखी ग्रह सांपडला तेव्हां त्यास जुपिटरचा पितामह युरेनस ह्याचें नांव देऊन १७८१ मध्यें सांपडलेल्या ग्रहास जुपिटरचा कनिष्ठ बंधु नेप्चुन् ह्याचें नांव द्यावें असा विचार

निघाला. परंतु बरींच वर्षें चाललेलें नांव बदलणें गैरसोईचें म्हणून तें तसेंच राहून शेवटच्या ग्रहास नेप्चुन् हें नांव दिलें.

आमचे कै० वा० मित्र **जनार्दन बाळाजी मोडक** ह्यानीं युरेनस आणि नेप्चुन् ह्यांस यथाक्रम **प्रजापति** आणि **वरुण** हीं नांवें योजिलीं होतीं. युरेनस हा जुपिटरचा पितामह होता. आमचा प्रजापति हा सगळ्या प्रजांचा पितामह होय. तो बुधादिकांहून प्राचीन आहेच. आणि नेप्चुन् ही जलाची देवता होती. आमचा वरुणही जलाची देवता आहे. युरेनसपेक्षां नेप्चुन् प्राचीन नाहीं ही युरोपियन नांवांत अडचण आहे तीही संस्कृत नांवांत नाहीं. कारण प्रजापतीपेक्षां वरुण हा प्राचीन व श्रेष्ठ आहे असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. तेव्हां युरेनस आणि नेप्चुन् ह्यांस प्रजापति आणि वरुण ह्या संज्ञा योग्य आहेत.

प्रजापतीला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास ८४ वर्षें लागतात. तथापि त्याचा शोध लागून फार वर्षें झालीं नाहींत, तोंच त्याचें सर्व प्रकारचें गणित ज्योतिष्यांनीं केलें. इतकें सामर्थ्य त्यांस आकर्षण नियमाच्या शोधामुळें आलें होतें. त्याची मागची स्थिति त्यांनीं काढिली. आणि जुन्या लिहून ठेविलेल्या वेधांत तो कोणीं पाहिला होता कीं काय असा शोध करितां हर्शलाच्या शोधापूर्वीं १०० वर्षांत तो १९ वेळां ज्योतिष्यांनीं पाहिला होता असें दिसून आलें. त्या सर्वांनीं ती एक तारा असें लिहून ठेविलें होतें. एकानें तर तो १२ वेळां पाहिला होता. असें असून तो ग्रह असें पूर्वीं कोणास ओळखलें नाहीं; यावरून तो शोधून काढल्याचा मान हर्शल ह्यासच योग्य आहे. शनि एका राशीस २॥ वर्षें राहतो. हा ७ वर्षें असतो. शनीची साडेसाती तशी ह्याची एकविशी होय. फलज्योतिष आमच्याच देशांत आहे असें नाहीं. युरोपांतही प्राचीनकालीं होतें, व हल्लींही आहे. **झडकील, रफील** ह्या फलज्योतिषग्रंथकारांचीं नांवें पुष्कळांनीं ऐकलीं असतील. प्रजापति आणि वरुण हेही ग्रह ते फलज्योतिषविचारांत घेतात.

प्रजापति हा सहाव्या प्रतीच्या तारेएवढा दिसतो. यामुळें तो नुसत्या डोळ्यांनींही कधीं कधीं दिसतो. मात्र तो कोठें आहे हें माहीत असलें पाहिजे. तारीख ९ जानुआरी १८८८ रोजीं मंगळ आणि प्रजापति यांची युति होती. तेव्हां गोपाळ बल्लाळ भिडे यानीं प्रजापति पाहिला, व त्याबद्दल त्यांनीं मला लिहिलें होतें. १०० प्रभावाच्या दुर्बिणींतून तो सहज दिसतो; व ग्रह असा ओळखितां येतो. २०० प्रभावाच्या दुर्बिणींतून तर हा ग्रह आहे असें अन-

भ्यस्तासही ओळखितां येतें. नुसत्या डोळ्यांनीं किंवा सामान्य दुर्बिणींतून तो पाहण्याची सोय व्हावी अशा प्रकारें पुढील दोन वर्षांत तो दिसण्याच्या वेळा देतों.

१९०४	जानुआरी	२८	शुक्राचे दक्षिणेस १॥ अंश. पहाटेस पूर्वेस दिसेल.
,,	मार्च	२०	पश्चात् त्रिभांतर. पुढें ४ महिने पहाटेस पश्चिमेस दिसेल.
,,	जून	१९	षड्भांतर.
,,	सप्टेंबर	१९	पूर्वत्रिभांतर. पुढें २ महिने आवशीस पश्चिमेस दिसेल.
,,	नोव्हेंबर	१७	शुक्राचे उत्तरेस १॥ अंश. आवशीस पश्चिमेस दिसेल.
१९०५	फेब्रुआरी	२३	पूर्वाषाढा २ तारेच्या उत्तरेस ६ अंश. पहाटेस पश्चिमेस दिसेल.
,,	मार्च	२९	पश्चात् त्रिभांतर. पुढें ४ महिने पहाटेस पश्चिमेस दिसेल.
,,	मे	२४	वरील तारेजवळ वरीलप्रमाणेंच पहाटेस पश्चिमेस दिसेल.
,,	जून	२४	षड्भांतर.
,,	सप्टेंबर	२४	पूर्वत्रिभांतर. पुढें २ महिने आवशीस पश्चिमेस दिसेल.

वरुण नुसत्या डोळ्यांनीं कधींही दिसण्याचा संभव नाहीं. ह्या दोन्ही ग्रहांची स्थिति नाटिकलआल्मनाकमध्यें पाहून ते वेधशाळेंत केव्हांही पाहतां येतील.

प्रजापति सूर्यापासून सुमारें १७७ कोटी मैलांवर आहे; म्हणजे शनीच्या सुमारें दुप्पट अंतरावर आहे. त्याचा व्यास सुमारें ३२००० मैल आहे; आकार पृथ्वीच्या सुमारें ६४-पट आहे; आणि द्रव्य पृथ्वीच्या १४ पट आहे. प्रजापतीभोंवतीं चार उपग्रह आहेत. ते सुमारें २॥, ४, ८॥।, १३॥ दिवसांत प्रजापतीभोंवतीं प्रदक्षिणा करितात. ह्यांतले बाहेरचे दोन हर्शलनें शोधून काढिले. आंतले दोन सन १८९० च्या सुमारास सांपडले. ते फार दूर असल्यामुळें फार मोठ्या दुर्बिणींतून मात्र दिसतात. ह्या उपग्रहांची सगळ्या सूर्यमालेंत एक विलक्षण गोष्ट आहे. त्यांच्या कक्षांचा क्रांतिवृत्ताशीं कोन सुमारें ९८ अंश आहे. म्हणजे ते सूर्यमालेंतील ग्रहोपग्रहांप्रमाणें पश्चिमेकडून पूर्वेकडे न फिरतां उलटे फिरतात म्हटलें तरी चालेल. किंवा प्रजापतीवरील दिशांसंबंधें पाहिलें असतां ते दक्षिणेकडून उत्तरेस फिरतात म्हटलें तरी चालेल. उपग्रह ज्या पातळींत फिरतात त्याच पातळींत प्रजापति आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो, असें अनुमान आहे. म्हणजे त्याचा आंस आणि त्याची कक्षा ह्यांच्यामध्यें फक्त ८ अंशांचा कोन आहे. ही गति देखील विलक्षणच होय.

हीमुळें त्यावर ऋतुही विलक्षण असतील. आपल्या पृथ्वीच्या आंसाचा कक्षेशीं कोन ६६॥ अंशांचा आहे.

प्रजापति अति दूर असल्यामुळें त्याची शारीरघटना पाहण्याविषयीं दुर्बिणीचा कांहींच यत्न चालत नाहीं. शनीच्या दुप्पट अंतरावर असल्यामुळें शनीवर जितका सूर्यप्रकाश पडतो त्याचा चवथा हिस्सा प्रजापतीवर पडतो. आणि तो शनीच्या दुप्पट अंतरावरून आपलेकडे यावयाचा यामुळें शनीच्या षोडशांश होतो. आणि शनीच्या पृष्ठाच्या पंचमांश प्रजापतीचें पृष्ठ आहे. यामुळें शनीच्या ८० वा हिस्सा प्रजापतीचा प्रकाश आहे. अर्थात् मोठ्या दुर्बिणींतूनही तो पहाणें किती कठिण पडत असेल ह्याचें अनुमान होईल. त्याच्यावरील स्थाईक खुणा मुळींच दिसत नाहींत. यामुळें त्यास अक्षप्रदक्षिणेस किती काळ लागतो हेंही समजत नाहीं. नुसत्या दुर्बिणींतून प्रजापतीच्या वातावरणाची स्थिति कांहींच समजत नाहीं; परंतु वर्णलेखकानें ती समजली आहे. **डाक्टर ह्युजिन्स** ह्यानें ग्रहांचे आणि तारांचे वर्णलेख घेण्याच्या कामीं फार प्रयत्न केले आहेत. त्यांत प्रजापतीच्या वर्णलेखांवरून दिसून आलें आहे कीं त्याच्या वातावरणांत हायड्रोजन वायु फार आहे. आपल्या वातावरणाचे आक्सिजन आणि नैट्रोजन हे जसे घटक आहेत तसें प्रजापतीच्या वातावरणांत हायड्रोजन हें मुख्य घटकतत्त्व आहे. पृथ्वीवरील महासागरांच्या सर्व पाण्याचें पृथक्करण होऊन त्यांतला हायड्रोजन वायु वातावरणांत गेला तर त्याचें चिन्ह बुधावरील लोकांस दिसेल त्यापेक्षांही जास्त चिन्ह प्रजापतीच्या वातावरणाच्या वर्णलेखांत दिसतें. नायट्रोजन, कार्बानिक आसिड, पाण्याची वाफ, ह्यांचें कांहींच चिन्ह प्रजापतीवर दिसत नाहीं. तसेंच आपल्या दृष्टीनें प्राण्याच्या जीवनास आवश्यक जो प्राणवायु (आक्सिजन) तो त्यावर असण्याचा मुळींच संभव नाहीं. आपल्या पृथ्वीच्या वातावरणांत प्रजापतीवरच्या इतका हायड्रोजन उत्पन्न होईल तर पृथ्वीवरचा विस्तव अगोदर नाहींसा केला पाहिजे; व वीज नाहींशी झाली पाहिजे. कारण आक्सिजन आणि हायड्रोजन ह्यांच्या मिश्रणास नैसर्गिक किंवा कृत्रिम विस्तवाची एक ठिणगी लागली तरी प्रचंड भडका होऊन सर्व प्राण्यांचा नाश होईल. किंबहुना पृथ्वीही जळून जाईल. तेव्हां प्रजापतीवर आक्सिजन मुळींच नसला पाहिजे, किंवा असेल तर तेथें कोणत्याही प्रकारचा अग्नि नसला पाहिजे. सारांश, ह्या स्थितीवरून प्रजापतीवर प्राण्यांची वस्ती नाहीं असें दिसून येतें.

इ० सन १८२० मध्यें फ्रान्सदेशांतील **बोवर्ड** नामक ज्योतिष्यानें गुरु, शनि, आणि प्रजापति यांची गतिस्थिति काढण्याचीं कोष्टकें तयार केलीं. सर्व ग्रहांचीं आकर्षणें हिशेबांत घेऊन गुरु आणि शनि यांची गणितानें काढिलेली स्थिति वेधास बरोबर मिळे. परंतु इ० स० १७८१ पूर्वीं प्रजापतीचा वेध बरेच वेळां झाला होता, तेव्हांची त्याची स्थिति आणि नंतरची स्थिति यांचा मेळ बसेना. तेव्हां प्रजापतीच्या पलीकडे असलेल्या एकाद्या ग्रहाच्या आकर्षणामुळें असें होतें कीं काय ह्याबद्दल विचार करण्याचें पुढील ज्योतिष्यांवर सोंपवून इ० सन १७८१ नंतरच्या वेधांस मिळतील अशीं प्रजापति कोष्टकें बोवर्डनें केलीं. पुढें त्या कोष्टकांवरून गणितानें काढिलेली प्रजापतीची स्थिति आणि प्रत्यक्ष वेध ह्यांत इ० सन १८३० मध्यें २० विकलांचें अंतर पडूं लागलें; १८४० मध्यें ९० विकलांचें पडूं लागलें; आणि १८४४ मध्यें तर २ कलांचें अंतर पडलें. नुसत्या डोळ्यांनीं पहाणारास हें अंतर म्हणजे कांहींच नाहीं. दोन कलांच्या अंतरानें असलेले दोन ग्रह नुसत्या डोळ्यांनीं एकच दिसतात. परंतु दुर्बिणीनें हें अंतर सहज समजूं लागलें. आमच्या जुन्या पंचांगांतील ग्रह आणि आकाशांतील ग्रह ह्यांत हल्लीं कधीं कधीं ह्याच्या शंभरपट अंतर पडतें. तें आमच्या गांवींही नाहीं. परंतु युरोपियन ज्योतिष्यांस सदर्हू २ कलांचें अंतर सहन होईना. जिज्ञासा त्यांस स्वस्थ बसूं देईना. शोध सुरू झाले. इंग्लंदांतील **जान आडाम** नामक तरुण विद्वानानें गणित करून प्रजापतीला उपाधि करणारा ग्रह सूर्यापासून अमुक अंतरावर आहे, त्याचें द्रव्य अमुक आहे, त्याची कक्षा अशा प्रकारची आहे, व तो अमुक ठिकाणीं आहे, असें १८४५ च्या आक्टोबरांत **ग्रिनिच** येथील वेधशाळेचा मुख्य अधिकारी प्रो० **एरी** ह्यास कळविलें. परंतु त्यानें वेध घेतले नाहींत. दुसऱ्या एका इंग्लंदच्या ज्योतिष्यानें १८४६ च्या आगष्टांत वेध घेतले त्यांत तो ग्रह आला होता, परंतु ग्रह असा ओळखला नाहीं. फ्रान्सांतील ज्योतिषी **लव्हरिअर** यानें गणित करून अज्ञात ग्रहाचीं मानें इ० सन १८४६ च्या जूनमध्यें प्रसिद्ध केलीं. इ० सन १८४७ च्या आरंभीं त्याचा भोग ३२९ अंश आहे असें काढिलें, व बर्लिन वेधशाळेंतील अधिकाऱ्यास त्याचा वेध घेण्यास लिहिलें. त्याप्रमाणें त्यानें तारीख २३ सप्टंबर १८४६ रोजीं दुर्बीण लावून पाहतां तो ग्रह सांपडला. त्याला नेप्चुन् हें नांव मिळालें. हा ग्रह शोधून काढण्याचा मान आडाम आणि लव्हरिअर ह्या दोघांही ज्यो-

तिष्यांस आहे. इ० सन १७९५ मध्यें फ्रेंचज्योतिषी **लालांडी** ह्याच्या वेधांत हा आला होता. परंतु हा ग्रह असा ओळखला नाहीं.

निरनिराळ्या ठिकाणीं असलेले कांहीं लोहचुंबक एका लोखंडाच्या गोळीस ओढीत आहेत; त्या लोहचुंबकाची आकर्षणशक्ति, महत्त्व, स्थानें वगैरे माहीत आहेत; परंतु त्यांवरून गणित करून लोखंडाची गोळी अमुक ठिकाणीं असेल असें काढावें तें प्रत्यक्ष स्थितीस मिळत नाहीं; यावरून आणखी एकादा लोहचुंबक गोळीस ओढीत असेल असें अनुमान करून त्याचें स्थान बिनचूक शोधून काढणें जितकें कठिण आहे त्याहून अनेक पटीनें कठिण सदरहू ग्रहाचा शोध करणें हें आहे. न्यूटनाच्या शोधापेक्षांही हा शोध एका अर्थीं अधिक कठिण आहे असें म्हटलें असतां चालेल. ग्रहगतिस्थितीचें गणित सांप्रत कसें पूर्णावस्थेस आलें आहे हें ह्या शोधावरून दिसून येतें.

नेप्चुन् (वरुण) हा ग्रह सूर्यमालेंत शेवटचा आहे. याच्या पलीकडे आणखी ग्रह असेल असा संभव दिसत नाहीं. हा सूर्यापासून सुमारें २७७ कोटी मैल म्हणजे पृथ्वीच्या ३० पट अंतरावर आहे. त्याचा व्यास ३४॥ हजार मैल आहे; आकार पृथ्वीच्या ८३ पट, व द्रव्य पृथ्वीच्या १७ पट आहे. त्याचें वैरल्य पृथ्वीच्या पंचमांश म्हणजे पाण्याहून किंचित् जास्त आहे. त्याची सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा सुमारें १६९ वर्षांत होते ! म्हणजे हा सांपडल्यापासून ह्याची तिसरा हिस्सा प्रदक्षिणा पुरी झाली नाहीं. ३०० प्रभावाच्या दुर्बिणींतून मात्र ह्याचें बिंब ओळखितां येतें. त्याचा दृश्य व्यास फक्त ३ विकला आहे.

हा अति दूर असल्यामुळें आंसाभोंवतीं फिरण्यास ह्यास किती काळ लागतो तें समजलें नाहीं. तसेंच ह्याच्या शारीरघटनेविषयीं दुर्बिणींतून कांहीं समजत नाहीं. व वर्णलेखकयंत्रानेंही अद्यापि कांहीं समजलें नाहीं. ह्याला एक उपग्रह आहे. तो त्याभोंवतीं सुमारें ५ दिवस २१ तासांत फिरतो. ह्या उपग्रहाची कक्षा प्रजापतीच्या चंद्रापेक्षांही विलक्षण आहे. तिचा क्रांतिवृत्ताशीं कोन सुमारें १४५ अंश आहे. म्हणजे त्याची गति पश्चिमेकडून पूर्वेकडे नाहीं, उलटी आहे. ह्या उपग्रहावर वरुणाचें जें आकर्षण आहे त्यावरून वरुणाच्या द्रव्याचें मान सूक्ष्मपणें काढिलें आहे.

उल्का

रात्रीं सहज आकाशाकडे नजर गेली असतां एकादी तारा तुटून पडली असें दिसतें. उपोद्घातांत अशा एका तारेचें वर्णन आपण वाचलेंच आहे. (पृष्ठ ६). कधीं कधीं तर अशा तारांची वृष्टि होते. सन १८८५ मध्यें नोव्हेंबरच्या २७ व्या तारखेस झालेली वृष्टि आमच्या वाचकांपैकीं पुष्कळांनीं पाहिली असेल. व ती त्यांच्या स्मरणांतून कधीं जावयाची नाहीं. त्या रात्रीं दर मिनिटांत सुमारें शंभरांहून जास्त तारका पडल्या. सगळ्या मिळून सुमारें लाख पाऊण लाखाहून जास्त पडल्या असाव्या. आकाशांत आपणास नेहमीं ज्या तारा दिसतात त्याच तुटून पडतात असें प्रथम वाटतें. परंतु एक लक्ष तारा तुटून पडल्या असतां आकाश ओस पडावें. आणि असें तर कांहीं पूर्वोक्त वृष्टीच्या रात्रीं झालें नाहीं. नेहमीं तारा तुटतात त्यांच्या योगानें आकाशांतल्या तारा हळूहळू कमी व्हाव्या, परंतु तसें होत नाहीं. यावरून तारा तुटतातशा वाटतात ते वस्तुतः दुसरे कांहीं तरी पदार्थ आहेत हें उघड आहे. त्यांस उल्का म्हणतात.

आकाशाच्या एका भागीं लक्षपूर्वक पाहिलें तर दर तासांत सरासरी ६ उल्का पडलेल्या दिसतात. तेव्हां सगळ्या दृश्य आकाशांत सरासरी १०।१५ उल्का दर तासास पडतात. पूर्वरात्रीपेक्षां उत्तररात्रीं जास्त पडतात. उष्णकटिबंधांत त्या जशा तेजस्वी दिसतात तशा इतर कटिबंधांत दिसत नाहींत. त्यांचे रंग तांबडा, पिंवळा, नारिंगी, हिरवा, पांढरा, निळा असे अनेक प्रकारचे असतात. कांहीं उल्का अगदीं बारीक असतात. त्या पळभर दिसून आकाशांत वरचेवर नाहींशा होतात. कांहीं त्यांहून मोठ्या असतात. त्या मोठ्या झपाट्यानें आकाशाचा बराच भाग क्रमून जमिनीवर पडल्याशा दिसतात. त्यांचें तेजही बरेंच असतें. आणि कांहीं तर खालीं येतां येतां फारच मोठ्या होतात. कधीं कधीं शुक्राहूनही फार मोठ्या दिसतात. कधीं चंद्राएवढ्या दिसतात, व त्यांचें तेजही शुक्र किंवा चंद्र यांसारखें किंवा त्यांहून अधिक असतें. व त्यांचा प्रकाशही पडतो. एकादे वेळीं मोठी गर्जना होऊन त्या दिसतनाशा होतात. एकादी उल्का एकदां मोठी होऊन पुनः लहान होते. कधीं कधीं एकादी मोठी उल्का फुटून तिच्या निरनिराळ्या उल्का बनून खालीं येतात. एकादे वेळीं ह्या स्फोटाचा आणि गर्जनेचा कडाका इतका असतो कीं धरणीकंप

होत आहे कीं काय असा भास होतो. एकादे वेळीं एकादी मोठी उल्का खालीं येऊन जमीन, पाषाण इत्यादिकांचें विदारण करिते. हिला वराहमिहिरादिकांनीं 'अशनि' असें नांव दिलें आहे. (बृ० सं० अध्याय ३३). अशाच प्रकारच्या मोठ्या उल्कांनीं कधीं कधीं पृथ्वीवर दगडांची वृष्टि होते. ह्या दगडांस आपण **अशनि** अथवा **उल्कापाषाण** म्हणूं.

आपल्यास आकाशस्थ गोलांच्या द्रव्याचें प्रत्यक्ष ज्ञान होण्याचें साधन काय ते हे अशनि होत. बाकी त्यांसंबंधें आपलें सर्व ज्ञान अप्रत्यक्ष आहे. म्हणून हे अशनि फार महत्त्वाचे होत. ह्याकरितां त्यांचा संग्रह करून त्यांची परीक्षा करण्याचे प्रयत्न सांप्रत काळीं चालू आहेत. इंग्लंदांत ब्रिटिश म्युझिअम नांवाच्या अजबखान्यांत ह्या अशनींचा मोठा व उत्कृष्ट संग्रह आहे. तसा पृथ्वीवर दुसरे कोठेंही नाहीं. तो दिवसेंदिवस वाढतच आहे. हिंदुस्थानांतही असे पाषाण पडतील तेव्हां त्यांचा संग्रह करून ते भूस्तरशोधन खात्याच्या मार्फत इंग्लंदांतल्या अजबखान्यांत पाठविण्याची व्यवस्था सरकारानें इ० सन १८६३ पासून केली आहे. शिवाय त्या खात्यामार्फत कलकत्ता येथें अशा दगडांचा चांगला संग्रह झाला आहे. मुंबई येथेंही व्हिक्टोरिया म्युझिअममध्यें असे कांहीं दगड आहेत.

अशनि मुख्यतः दोन प्रकारचे असतात. एक प्रकारच्या अशनीचे प्रकृत्यंश बहुधा पाषाणाचे असतात. त्यांत कांहीं लोखंडाचे कण असतात. असे अशनि आकाशांतून पडतांना पुष्कळ आढळतात. दुसऱ्या प्रकारच्या अशनींत बहुतेक लोखंड असतें. हे आकाशांतून पडतांना फारसे दिसत नाहींत. तरी पृथ्वीवर असे दगड पुष्कळ आहेत. व ते आकाशांतूनच आलेले आहेत याविषयीं संशय नाहीं.

अशनींचें रसायनपृथक्करण केल्यावरून असें दिसून आलें आहे कीं, त्यांत जरी पृथ्वीवरील तत्त्वांहून निराळीं तत्त्वें नसतात, तरी त्यांचे संयोग पृथ्वीवर आढळत नाहींत असे असतात. व त्या संयोगांत कांहीं विशेष प्रकार अशनींमध्यें आढळून येतो. त्यावरून अमुक पदार्थ अशनि आहे हें तच्छास्त्रकोविदांस निश्चयानें सांगतां येतें. **मेक्सिको** देशांत प्राचीन काळीं पडलेले पुष्कळ अशनि आढळले आहेत. **हिंदुस्थान, युरोप, अमेरिका** अशा निरनिराळ्या स्थळीं पडलेल्या अशनींचीं द्रव्यें बहुधा एकसारखीं असतात. त्यांत १०० भागांत ४० भाग सिलिका, २९ भाग घनवर्धनीय लोखंड, ६ पासून ८ भाग

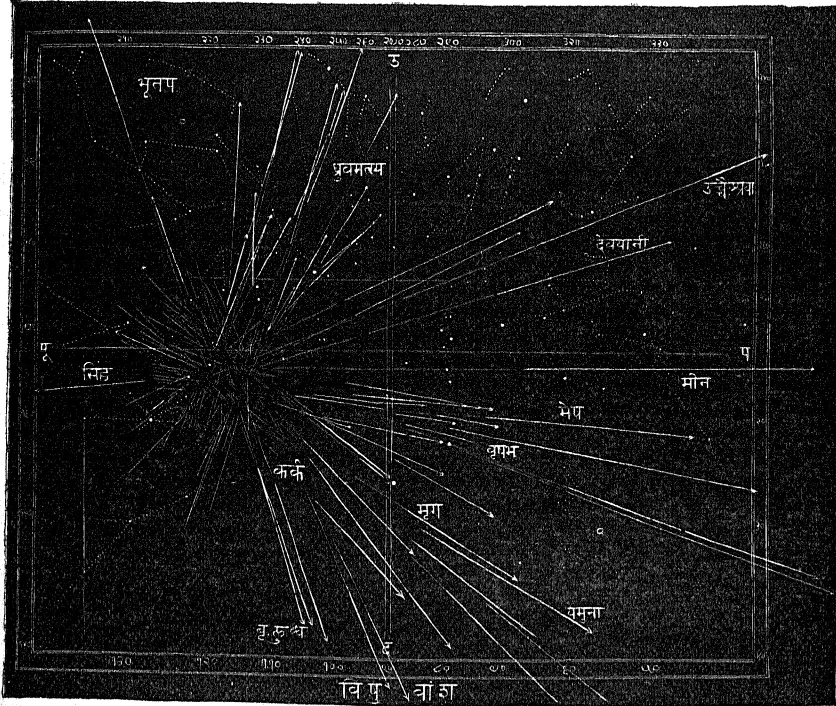
[illegible] व दुसरीं सात तत्त्वें निरनिरा-
ळ्या मानांनीं असतात.

अशनि निरनिराळ्या आकाराचे व निरनिराळ्या वजनाचे असतात. कांहीं आंब्याएवढाले असतात; व कांहीं तर बरेच मण वजन असतात. इसवी सन १८६५ मध्यें ३॥ टन वजनाचा एक अशनि ब्रिटिश अजबखान्यांत आला आहे. आणि दक्षिण अमेरिकेंत १५ टन वजनाचा एक अशनि आढळला आहे. त्याची लांबी ७ फूट आहे.

ज्यानें कधीं उल्कापात पाहिला नाहीं किंवा त्याविषयीं कांहीं ऐकिलें नाहीं, त्याला अकस्मात् आकाशांतली एकादी तारा तुटलेली पाहून साहजिकच भीति वाटेल. मग तारांची वृष्टि पाहून तर जगाचा अंत होतो कीं काय असें त्यास वाटलें तर नवल नाहीं. उल्कापात झाला म्हणजे एकादी भयंकर गोष्ट व्हावयाची अशा प्रकारच्या समजुती होण्याचें मूळ हेंच आहे. असे ग्रह सर्व राष्ट्रांत होते व आहेत. आपल्या पुराणादिकांत उल्कापाताचीं वर्णनें पुष्कळ आहेत. वराहमिहिरानें तर एक सगळा अध्याय (बृ०सं० ३३) ह्या उत्पाताच्या वर्णनाकडे दिला आहे. व त्यांत त्याचीं शुभाशुभ फळें इत्यादि सांगितलें आहे. इतर राष्ट्रांच्याही प्राचीन ग्रंथांत अशीं वर्णनें आहेत. उल्कापात व अशनिपात यांचे काल व स्थल ज्यांत आहे अशीं व्यवस्थेशीर वर्णनें आपल्या देशांत कोणीं लिहून ठेविलीं असतील. परंतु तीं कोणीं एकत्र करून लिहून ठेविलेलीं उपलब्ध नाहींत. इतर राष्ट्रांतलीं अशीं वर्णनें कांहीं उपलब्ध आहेत.

हंबोल्ट नामक विख्यात प्रवासी इ० सन १७९९ मध्यें दक्षिण अमेरिकेंत आंडीज पर्वतावर असतां त्यानें नोव्हेंबरच्या १२ व्या तारखेस उल्कावृष्टि पाहिली. इ० स० १८३३ मध्यें नोव्हेंबरच्या १३ व्या तारखेस अशीच उल्कावृष्टि झाली. त्या रात्रीं सुमारें २॥ लक्ष उल्का पडल्या. पुढें ३४ वर्षांनीं पुन्हां अशी वृष्टि होईल असा अजमास तेव्हां कांहीं विद्वानांनीं केला. पुढें ह्या उल्कापाताच्या कारणाचा पुष्कळ विचार होऊन इ० सन १८६५ पासून ३ वर्षांत नवंबरच्या १३ व्या तारखेस मोठा उल्कापात होईल असें भविष्य प्रसिद्ध झालें. त्याप्रमाणें त्या तारखेस इ० सन १८६६ मध्यें झालेली वृष्टि युरोप खंडांत व आशिया खंडांत दिसली; आणि १८६७ मध्यें झालेली अमेरिकेंत दिसली. पुढेंही एकदोन वर्षें त्या तारखेस थोडथोडा उल्कापात झाला. १८६६ ची वृष्टि आपल्या देशांतही दिसली. आमच्या वाचकांपैकीं कांहींनीं ती पाहिली अ-

सेल. सन १८८९ च्या उल्कापातापेक्षां १८६६चा पात विलक्षण होता. त्या वेळीं सिंहराशींतल्या एका स्थानापासून चोहींकडे उल्का जातात असें दिसलें. त्यांचें उद्गमस्थान आणि गमनमार्ग चित्रांक १४ यांत दाखविला आहे.



चित्रांक १४—सिंहोल्कांचें उद्गमस्थान आणि गमनमार्ग.

आगष्टच्या ९, १०, ११ तारखांच्या सुमारास बहुधा दरसाल उल्कावृष्टि होते. आकाश स्वच्छ असलें तर हजारों उल्का पडतांना आढळतात.

इ०सन १८७२ मध्यें नवंबरच्या २७ व्या तारखेस व इ० सन १८८९ मध्यें त्याच तारखेस उल्कावृष्टि झाली. यांतील दुसरीबद्दल उल्लेख वर आलाच आहे. ही वृष्टि आगष्टच्या वृष्टीपेक्षां मोठी असते.

याप्रमाणें नियमित काळानें ह्या निरनिराळ्या ३ उल्कावृष्टि होतात. शिवाय ता० ९।१० अप्रील, जुलै ता० २९ पासून ३०, आक्टोबर ता० १६ पासून २३ व दिसेंबर ता० ६ पासून १३ या वेळीं दरसाल थोडथोडी वृष्टि होते.

आतां आपण अशनिपाताचा इतिहास पाहूं. हा पात उल्कापातासारखा नियमित काळानें होतो असें दिसून येत नाहीं. व त्याप्रमाणें हा अगण्य असतो असेंही नाहीं. तथापि अनेक ठिकाणीं पुष्कळ वेळां शेंकडो पाषाण पडलेले आहेत.

आकाशांतून दगड पडतात हें प्रथम कांहीं लोकांस खोटें वाटत असे. परंतु शास्त्रीयरीत्या शोध व विचार होऊन सांप्रत ती गोष्ट निर्विवाद खरी ठरली आहे.

चिनी लोकांच्या इतिहासांत उल्कापाताचें वर्णन इ० सनापूर्वी ६८७पासून व अशनिपाताचें इ० सनापूर्वी ६४४ पासून आहे. **ग्रीक, आरब** यांच्या प्राचीन ग्रंथांत अशनिपाताचीं वर्णनें पुष्कळ आहेत. अशनिपाताच्या वेळीं काय काय प्रकार घडतात वगैरे गोष्टी समजण्याकरितां गेल्या ४०० वर्षांतलीं अशनिपाताचीं कांहीं विश्वसनीय वर्णनें देतों.

इ० सन १५१० मध्यें इताली देशांत लांबर्डी प्रांतांत एके दिवशीं सायंकाळीं ५ वाजतां ११२० दगड आकाशांतून पडले. ते गारेपेक्षां कठिण होते; आणि त्यांस गंधकासारखा वास येत होता. त्यांत मोठा होता त्याचें वजन १२० पौंड होतें.

इ० सन० १६२० मध्यें पंजाबांत जालंदर येथें एक अशनि पडला त्याचा वृत्तांत **जहांगीर** बादशहानें स्वतः लिहिला आहे. तो म्हणतो कीं "त्याचें वजन १६० तोळे होतें. त्याचीं हत्यारें बनविण्याकरितां मीं तो एका कारागिराच्या जवळ दिला. त्यानें सांगितलें कीं त्याचें लोखंड घनवर्धनीय नाहीं. तेव्हां दुसरें लोखंड मिसळण्यास मीं सांगितलें. तेव्हां अशनीचें* लोखंड ३ भाग व इतर लोखंड १ भाग असें एकत्र करून त्याच्या २ तरवारी, १ सुरी व १ खंजीर अशीं हत्यारें केलीं.

इ० स० १७९० मध्यें नवंबरच्या २४ वे तारखेस रात्रीं ९ वाजतां फ्रान्स देशांत पिरिनिज पर्वताजवळ एका गांवीं एक मोठी उल्का आकाशांत दिसली. ती चंद्राहून मोठी होती. तिचा चांगला प्रकाश पडला होता. तिला सुमारें दोन तीन अंश लांबीचें शेंपूट होतें. तें शेवटाकडे निमुळतें व लाल होतें. उल्केचा रंग फिकट पांढरा होता. ती मोठ्या वेगानें दक्षिणेकडून उत्तरेस जाऊन सुमारें २ सेकंदांत फुटली, व तिचे लहान भाग होऊन नाहींसे

* जहांगीर बादशहाच्या मूळ फारशी लेखांत व फेरिस्ता यानें याबद्दल वर्णन केलें आहे त्यांत 'अशनि' या अर्थाचे आहेत. 'अशनिहत शिळातळ जळ...वी' या मोरोपंताच्या पद्यांत हा शब्द आला आहे.

झाले. त्यांतले कांहीं भाग तांबडे होते. सुमारें दोन मिनिटांनीं तोफेपेक्षांही भयंकर गर्जना ऐकूं येऊं लागली. त्या धक्क्यानें खिडक्यांचीं तावदानें हालूं लागलीं. फळ्यांवर ठेवलेलीं भांडीं पडलीं. सुमारें ४ मिनिटें गर्जना झाली. हवेंत जिकडे तिकडे गंधकाचा वास सुटला. सरासरी २ मैल व्यासाच्या वर्तुळप्राय जागेंत पुष्कळ दगड पडले. त्यांतले कांहीं २० पौंड वजन होते. एक तर ५० पौंड वजन होता. त्या वृष्टीनें कांहीं घरें पडलीं. घरांवर दगड पडले तेव्हां एकादा मऊ पदार्थ पडावा तसा त्यांचा आवाज झाला.

इ० स० १७९८ मध्यें डिसेंबरच्या १९ व्या तारखेस रात्रीं ८ वाजतां आपल्या देशांत **काशी** येथें एक मोठी उल्का दृष्टीस पडली. ती पूर्ण चंद्राप्रमाणें तेजस्वी होती. ती फुटून मोठा आवाज झाला; व तेथून १४ मैलांवर पुष्कळ दगड पडले. त्यांवर कांहीं काळें आवरण होतें. दगड फोडून त्यांचा कांहीं भाग व मुख्यतः तें आवरण लोहचुंबकाजवळ नेलें असतां ओढलें गेलें. दगडांच्या पोटांत पांढुरक्या पदार्थांत लहान वाटोळे काळे गोळे होते. व ते दगडांच्या बाकीच्या भागापेक्षां कठिण होते.

इ० स० १८०३ च्या अप्रिलच्या २६ व्या तारखेस **फ्रान्स** देशांत **नार्मंडी** प्रांतांत मोठी अशनिवृष्टि झाली. **बायो** नामक प्रसिद्ध विद्वानानें सरकारच्या हुकुमावरून त्याबद्दल चौकशी करून हकीकत लिहिली आहे. त्या दिवशीं दोन प्रहरीं एक वाजतां हवा स्वच्छ असतां एक तेजःपुंज उल्का आकाशांत दिसली. ती मोठ्या वेगानें आग्नेयीकडून वायव्येस गेली. कांहीं सेकंदांनीं भयंकर गर्जना झाली. ती सुमारें ५।६ मिनिटें होत होती. व आसपास ९० मैल प्रदेशांत ऐकूं गेली. प्रथम तोफेसारखे ३।४ आवाज झाले. पुढें झपाट्यानें बंदुकी झडाव्या तसा शब्द झाला. व मग नगारा वाजवावा त्याप्रमाणें नाद ऐकूं आला. ही गर्जना एका लहानशा ढगांत होत होती. तो काटकोनचौकोनाकृति होता. त्याची लांब बाजू बहुधा पूर्वपश्चिम होती. गर्जना होत असतां तो ढग स्थिर होता. सुमारें ३ मैल प्रदेशांत तो अगदीं डोक्यावर दिसला. व तेथें गोफणींतून धोंडा फेंकतांना आवाज होतो, तसा आवाज ऐकूं आला. व तेथेंच सुमारें २॥ मैल लांब व १ मैल रुंद अशा दीर्घवर्तुळाकृति प्रदेशांत दगडांची वृष्टि झाली. ह्या जागेची लांबी आग्नेयीकडून वायव्येकडे होती; व ती अगदीं लोहचुंबकाच्या याम्योत्तरवृत्तांत होती. हा चमत्कार आहे. मोठाले दगड सुमारें १७ पौंड वजन होते. ते आग्नेयीकडे पडले. व पुढें वा-

यव्येकडे लहान लहान दगड पडत गेले. एकंदर सुमारें ३००० दगड पडले. पडले तेव्हां ते फार तापलेले होते. पुढें कांहीं दिवस ते ढिसूळ होते. मग कठिण झाले.

सन १८७९ च्या नवंबरांत सातारा जिल्ह्यांत कालंबी गांवीं एक अशनि पडला त्याचें वर्णन विविधज्ञानविस्तार मासिक पुस्तकांत (पु०११, पृ०२४१) पुष्कळांनीं वाचलें असेल.

आकाश स्वच्छ असतांही अशनिपात होतो. परंतु दिवसास अशनिपात होतो तेव्हां बहुतकरून एक काळा ढग दिसून त्यांतून दगड पडतात असें दिसतें. ढग दिसणें न दिसणें हें कांहीं अंशीं पहाणाऱ्याच्या स्थानावरही अवलंबून आहे. नार्मंडींतील अशनिपाताची हकीकत वर लिहिली आहे त्या पाताच्या वेळीं एका गांवच्या लोकांस ढग किंवा धूर कांहीं न दिसतां नुसती एक अग्नीच्या गोळ्यासारखी उल्का दिसली. परंतु दुसऱ्या एका गांवीं उल्का न दिसतां ढग दिसला.

उल्का पृथ्वीवर येऊन पडल्यावरचें त्यांचें जें रूप त्यास 'अशनि' अशी संज्ञा वर दिली आहे. उल्कांचें जें पूर्वरूप त्यासही अशनि अशीच संज्ञा आपण देऊं. सांप्रत ही गोष्ट निर्विवाद ठरली आहे कीं कोट्यवधि अशनि अनेक प्रकारच्या कक्षांतून सूर्याभोंवतीं फिरत आहेत, व त्यांनीं सर्व आकाश व्यापून गेलें आहे. यावरून अशनि एकमेकांस लागलेले असून त्यांची अगदीं गर्दी झाली असेल असें समजावयाचें नाहीं. सरासरीनें एक लक्ष किंवा कदाचित् एक कोटि घन मैल प्रदेशांत एकादा अशनि असेल; तथापि त्यांची एकंदर संख्या अगण्य आहे यांत संशय नाहीं. आकाशांतल्या अशनींची शारीरघटना कशी आहे याविषयीं निश्चितपणें कांहीं ठाऊक नाहीं. त्यांचें स्वरूप कांहीं असो, पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरत असतां तिला मार्गांत हजारों अशनि भेटतात. पृथ्वीच्या वातावरणांत ते पेटतात. त्यांचें जें प्रज्वलित रूप त्याच उल्का होत.

अशनि पेटतात कां ? ह्याचा आपण विचार करूं. उष्णता म्हणजे एका प्रकारची गति असें सांप्रत प्रसिद्ध झालें आहे. थंड वारा व उष्ण वारा यांत भेद इतकाच कीं उष्ण वाऱ्याच्या अणूंचें आंदोलन अधिक वेगानें होतें; आणि त्याचे अणु दुसऱ्या पदार्थांवर आपटले म्हणजे त्या पदार्थांच्या अणूंत आंदोलन उत्पन्न करितात, आणि आपली उष्णता त्यांस देतात. यामुळें ए-

कादा पदार्थ मोठ्या वेगानें वातावरणांतून गेला तर त्यांत उष्णता उत्पन्न झाली पाहिजे.

दर सेकंदास १२५ फूट चालणाऱ्या पदार्थांच्या पुढें उष्णमापक यंत्र ठेविलें तर त्यांत एक अंश उष्णता वाढते. हें वाढण्याचें मान वेगाच्या वर्गाशीं प्रमाणांत असतें. दुप्पट म्हणजे २५० फूट वेग झाला तर उष्णता ४ अंश वाढते. पृथ्वी आपल्या कक्षेंत दर सेकंदांत ९८००० फूट (सुमारें १८॥ मैल) चालते. आणि अशनीच्या अंगींही वेग असतो. नवंबरांतल्या वृष्टींतल्या उल्का दर सेकंदास सुमारें २६ मैल या वेगानें पृथ्वीच्या समोरून पृथ्वीकडे येत असतात. दोन्ही वेगांची बेरीज सुमारें ४४ मैल झाली. या वेगानें वरील हिशेबानें सुमारें तीस चाळीस लक्ष अंश उष्णता उत्पन्न होते. इतकी उष्णता प्रत्यक्ष अशनीच्या अंगीं येते असें नाहीं. तर इतकी तापलेली हवा लागली म्हणजे जें कार्य व्हावयाचें तें होऊं लागतें. अशनि दाह्य नाहींत. तरी ह्या भयंकर उष्णतेनें तत्काळ जळूं लागतात आणि मोठा प्रकाश उत्पन्न होतो. ह्याप्रमाणें ते उल्कारूपानें आपल्यास दिसतात. अशनि लहान असला तर त्याचें सगळें द्रव्य जळून तो वातावरणाच्या अगदीं वरच्या भागांतच नाहींसा होतो. त्याहून मोठा असला तर बराच खालीं येऊन नाहींसा होतो. परंतु तो बराच मोठा असला तर त्याचें सर्व द्रव्य वितळून त्याची वाफ होण्यापूर्वींच थोड्याशा सेकंदांतच तो पृथ्वीवर यऊन पोंचतो. आणि त्याची गति बंद झाली म्हणजे जास्त उष्णता त्यास मिळेनाशी होऊन तो कांहीं वेळानें निवतो. अशनि मोठ्या वेगानें वातावरणाच्या बाहेरून आंत शिरतात तेव्हां आघातामुळें कधीं कधीं ते फुटून त्यांच्या निरनिराळ्या उल्का बनतात. व हा आघात होतांना केव्हां केव्हां मोठी गर्जना होते.

विजेच्या वेगानें वातावरणांतून अशनि खालीं येतात. यामुळें त्यांचा वेग इत्यादि गोष्टी सूक्ष्मपणें समजत नाहींत. तरी अनेक अनुभव घेतल्यावरून असें दिसून आलें आहे कीं, पृथ्वीपासून सुमारें ७५ मैल उंचीवर अशनि जळूं लागतात. ते तिरपे खालीं येत असतात. तसे सुमारें शेंपन्नास मैल जाऊन सुमारें ५५ मैल उंचीवर नाहींसे होतात. शंभर मैलांहून अधिक उंचीवर उल्का दिसूं लागल्याचें फारसें आढळत नाहीं. मोठाले अशनि ५५ मैलांहूनही खालीं येऊन नाहींसे होतात. फार मोठे असतात ते पृथ्वीवर येऊन पोंचतात.

त्यांचा वेग दर सेकंदास सुमारें २० पासून ४९ पर्यंत मैल असतो. इतक्या वेगानें आगगाडी चालली तर एका पळांतच मुंबईहून काशीस जाईल.

ध्वनि एका मिनिटांत सुमारें तेरा मैल जातो. यामुळें कांहीं अशनि वातावरणांत शिरल्यावर जी गर्जना होते ती आपल्यास ऐकूं येण्यास कधीं कधीं सात आठ मिनिटें लागतात.

आकाशांतल्या अशनींचा व्यास सुमारें १०० पासून १३००० फूट असतो; म्हणजे सूर्यमालेंतल्या इतर पदार्थांच्या मानानें पाहिलें तर अशनि फारच लहान होत.

अशनींच्या आकारापेक्षां त्यांचें वजन काढणें ज्योतिष्यांस सोपें आहे. अशनींचा वेग समजला असतां त्यांचा प्रकाश मोजून वजन काढितात. कांहीं अशनि कांहीं तोळे मात्र वजन असतात. परंतु कांहीं तर कांहीं मण वजन असतात. अंशतः वितळून पृथ्वीवर येऊन पोंचलेले अशनि कांहीं टन वजन भरतात असें आपण पाहिलेंच आहे. अर्थात् आकाशांत असतां त्यांचें वजन पुष्कळ जास्त असलें पाहिजे.

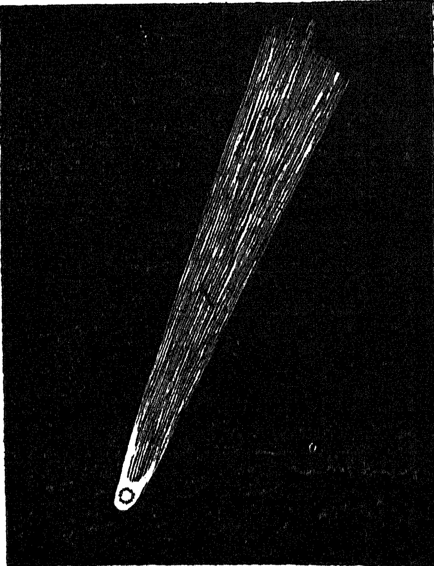
उल्कांचे वर्णलेख घेतले आहेत त्यावरून असें दिसून आलें आहे कीं, कांहीं उल्का घनावस्थेंत असतात. परंतु बहुतेक उल्का वायुरूप असतात. व त्यांत सोडिअम्, पोटॅश, गंधक, फॉस्फरस इत्यादि तत्त्वें असतात. पेटण्यापूर्वीं अशनि घनावस्थेंत असतात असें दिसून येतें.

नेहमीं उल्का पडतात त्यांच्या उद्गमस्थानाविषयीं व गमनमार्गाविषयीं कांहीं नियम दिसून येत नाहीं. परंतु उल्कावृष्टींतल्या उल्कांचें उद्गमस्थान आकाशांत नियमित असतें. अर्थात् तें पृथ्वीच्या दैनंदिन भ्रमणाबरोबर आकाशांत तारांप्रमाणें फिरतें. नोव्हेंबरांतल्या वृष्टीचे दोन व आगष्टांतल्या वृष्टीचा एक असे तीन मोठे अशनिसमूह आहेत, तसे निरनिराळे लहान समुदाय सुमारें १०० आहेत व त्या प्रत्येकाचें उद्गमस्थान निराळें आहे.

उल्का आणि धूमकेतु यांचा संबंध इत्यादि आणखी कांहीं गोष्टी पुढच्या प्रकरणांत येतील.

धूमकेतु

गुरुशुक्रतारादिक लहान तेजें आणि चंद्रसूर्यांसारखीं भव्य तेजें रोज आपण पाहतों. त्यांच्या गति नियमित आहेत. परंतु आगापिच्छा नसतां अकस्मात् चंद्राच्या २५।३० पट लांब किंवा कधीं कधीं अर्ध्या आकाशांत पसरलेलें असें विलक्षण तेज रात्रीं दिसूं लागलें, किंवा सूर्य प्रकाशला असतांही त्याच्या प्रखर तेजाशीं स्पर्धा करून दिवसास दिसूं लागलें, तर मनुष्य चकित होऊन जाईल. प्राचीन काळीं सर्व देशांत धूमकेतु हा एक भयंकर उत्पात वाटत असे. सर्व राष्ट्रांच्या प्राचीन ग्रंथांत प्रत्येक धूमकेतूच्या उदयाचा कांहीं तरी भयंकर गोष्टीशीं संबंध वर्णिलेला आहे. सांप्रत केतूंशीं आपला बराच परिचय झाला आहे; यामुळें त्यांचें फारसें भय वाटत नाहीं. तरी अज्ञ लोकांत त्यांचें भय अद्यापिही सर्व देशांत आहे. आणि वराहमिहिरानें वर्णिल्याप्रमाणें ह्या शिखीची गति अद्यापिही ज्योतिष्यांच्या आज्ञेंत आलेली नाहीं असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.



चित्रांक १५—इ० स० १८३५ चा धूमकेतु.

नुकतीच सन १८८२ मध्यें पृथ्वीच्या दर्शनास आलेली धूमकेतूची भव्य स्वारी पुष्कळांनीं पाहिली असेल. तथापि ज्यांनीं कधींच धूमकेतु पाहिला नाहीं त्यांसही त्याचें स्वरूप कांहींसें कळावें म्हणून चित्रांक १५ ह्यांत एक धूमकेतु दाखविला आहे.

नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या धूमकेतूचे तीन भाग असतात. त्यांत सामान्य तारांप्रमाणें लहान मोठी एक **तारा** दिसते. तिच्या भोंवतीं धुरासारखी लहानशी शेंडी असते; तिला **शिखा** म्हणतात. आणि पताकेसारखें एक मोठें शेंपूट असतें; त्यास केतु अथवा पुच्छ म्हणतात. केतु शब्दाचा मूळचा अर्थ

पताका असा आहे. तारा आणि शिखा या दोहों मिळून धूमकेतूचा अग्रभाग होतो. (याला इंग्लिश भाषेंत केतूचें डोकें म्हणतात.) तीन भाग स्पष्टपणें परस्परापासून निरनिराळे दिसत नाहींत. त्यांत शिखा कोठें संपली आणि केतु कोठें लागला हें तर बऱ्याच प्रसंगीं समजत नाहीं. कोणी पुच्छालाच शिखा (शेंडी) म्हणतात. व त्यामुळेंच धूमकेतूला शेंडेनक्षत्र असें नांव पडलें आहे. तथापि सर्वच धूमकेतूंना पुच्छ असतें असें नाहीं. म्हणून तारा, शिखा आणि केतु असे तीन भाग मानावे हें बरें. धूमकेतु याबद्दल केतु, शिखी (शिखा ज्याला आहे तो) अशाही संज्ञा योजितात. धूमकेतूचा वाचक इंग्रजी शब्द (Comet) याचा अर्थ शिखि असा आहे.

धूमकेतूचें पुच्छ नेहमीं तारेच्या ज्या बाजूस सूर्य असतो तिच्या उलट बाजूस असतें. तें शेवटाकडे रुंद आणि अस्पष्ट होत गेलेलें असतें. कांहीं धूमकेतूंना दोनतीन पुच्छें असतात. वस्तुतः त्या एकाच पुच्छाच्या निरनिराळ्या शाखा असतात. सन १७४४ च्या केतूला ६ पुच्छें होतीं. एकाहून जास्त पुच्छें असतात तेव्हां कधीं कधीं तीं मुख्य पुच्छास फांद्या फुटल्याप्रमाणें दिसतात. सन १८२३ च्या केतूला दोन पुच्छें होतीं, त्यांत एक नियमाप्रमाणें सूर्याच्या उलट बाजूस होतें; परंतु दुसरें बहुतक सूर्याकडे होतें.

नुसत्या डोळ्यांनीं थोडेच धूमकेतु दिसतात. दुर्बिणींतून फार दिसतात; त्यांस आपण दुर्बिणकेतु म्हणूं. ते लहान असतात. त्यांचें स्वरूप निरनिराळें असतें. कधीं त्यांत तारा नसते; कधीं पुच्छ नसतें. कधीं पुच्छ आणि शिखा हीं वेगळीं ओळखूं येत नाहींत. तथापि सर्व प्रकारच्या धूमकेतूंची जाति एकच आहे. दुर्बिणकेतु फार लांबून प्रथम दिसूं लागतात तेव्हां प्रथम बहुधा त्यांची शिखा दिसते. व तारा दिसली तर मागाहून दिसते. तिच्या ज्या बाजूस सूर्य असतो त्याच बाजूस शिखा दिसते.

नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या केतूंचा दृश्य व वास्तविक आकार विलक्षण असतो. तो सर्वांचा सारखा नसतो. त्यांच्या अग्रभागाचा व्यास एकदोन लक्ष मैल असतो. कांहीं तर सूर्यापेक्षांही मोठे असतात. त्यांचें पुच्छ लक्षावधि मैल असतें. इसवी सन १८११ च्या केतूचें पुच्छ ११ कोटी मैल होतें!

धूमकेतूंची घनता फारच थोडी असते. आणि द्रव्यही थोडें असतें. यामुळें हे ग्रहाजवळून गेले असतां ह्यांचे आकार व मार्ग बदलतात. ह्यांचें पुच्छ पा-

रदर्शक असतें. त्याची जाडी कधीं कधीं ५० हजार मैल असते, तरी त्यांतून पलीकडचीं नक्षत्रें दिसतात.

न्यूटनाच्या वेळीं इ० सन १६८० मध्यें एक धूमकेतु दिसला. न्यूटन त्याचा विचार करूं लागला. धूमकेतूंसही आकर्षणनियम लागू आहे असें त्यानें सिद्ध केलें. व तेव्हांपासून धूमकेतूंच्या गतीचा चांगला विचार झाला. धूमकेतूंच्या कक्षा तीन प्रकारच्या असतात. कांहींच्या दीर्घवर्तुळाकार असतात. परंतु ग्रहांच्या कक्षा वर्तुळप्राय असतात, म्हणजे त्यांची केंद्रच्युति थोडी असते, तशा केतुकक्षा नसतात. त्या अतिदीर्घवर्तुळ असतात. त्यांची च्युति फार असते. अशा प्रकारची कक्षा ही आवृत होय. म्हणजे ती अतिदीर्घवर्तुळ असली तरी तिच्या दोन्ही शाखा दोन्ही टोंकांकडे मिळालेल्या असतात. कक्षेच्या क्षेत्राभोंवतीं त्या शाखांचें आवरण झालेलें असतें. कांहीं धूमकेतूंच्या कक्षा अन्वस्त (parabola) किंवा अपास्त* (Hypebrola) अशा जातीच्या अनावृत असतात. त्यांच्या दोन शाखा सूर्याच्या एका बाजूस मात्र मिळालेल्या असतात; दुसऱ्या अंगास फांकत जातात. यामुळें त्यांचें मधल्या क्षेत्राभोंवतीं आवरण होत नाहीं. अन्वस्ताच्या शाखा ज्या अंगीं मिळतात त्या अंगीं ते आणि अतिदीर्घवर्तुळ यांत फारसा भेद दिसत नाहीं. अपास्ताच्या शाखा फार फांकत जातात.

ज्या धूमकेतूंच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ असतात, ते नेहमीं सूर्याभोंवतीं फिरतात. एकदां सूर्याच्या फार जवळ येतात व तेथून परतल्यावर फार लांब जातात. परंतु कालांतरानें पुनः सूर्याजवळ येतात. जे धूमकेतु सूर्याच्या आकर्षणांत सांपडल्यावर त्यांच्या कक्षा अन्वस्त होतात ते एकदां सूर्याजवळून गेल्यावर पुनः परत येत नाहींत. तथापि अशा धूमकेतूंच्या गतीस थोडासा उपाधि झाला, तर त्यांच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ होण्याचा संभव असतो. आणि

* शंकू (सूची) च्या बाजूच्या पायाशीं जो कोन होतो तितकाच कोन पायाशीं करणाऱ्या पातळीनें शंकु कापिला असतां जो छेद होतो तें **अन्वस्त** होय; आणि जास्त कोन करणाऱ्या अक्षेतर पातळीनें तो कापिला असतां **अपास्त** होतें. अन्वस्ताच्या वक्र रेषेंतील प्रत्येक बिंदूचें आंतल्या एका स्थिर बिंदूशीं असणारें अंतर आणि बाहेरच्या एका स्थिर रेषेशीं असणारें अंतर समान असतें. अपास्ताच्या प्रत्येक बिंदूचें स्थिर बिंदूशीं असणारें अंतर स्थिर रेषेशीं असणाऱ्या अंतरापेक्षां जास्त असतें. त्या दोन अंतरांचें गुणोत्तर नेहमीं समान असतें.

एकादे वेळीं सूर्याच्या तडाक्यांत सांपडून त्याकडे आलेले अपास्त कक्षांचे धूमकेतु एकदां सूर्यदर्शन घेऊन गेल्यावर पुन्हा त्याच्या आटोक्यांत येण्याचा संभव मुळींच नसतो.

धूमकेतूच्या वेगावरून त्याची कक्षा कोणत्या प्रकारची आहे याचा निर्णय करितां येतो. एकादा पदार्थ पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून दर सेकंदास ७ मैल या वेगानें सुटला आणि त्यास वातावरणाचा प्रतिबंध नसला तर तो पुन्हा पृथ्वीवर येणार नाहीं; सूर्याच्या आकर्षणांत सांपडून त्याभोंवतीं फिरूं लागेल. सूर्यापासून पृथ्वी इतक्या अंतरावर असतां एकाद्या पदार्थाचा वेग दर सेकंदास २६ मैल असला व त्यावर सूर्याखेरीज कोणाचें आकर्षण नसलें तर त्याची कक्षा अन्वस्त होईल; त्याहून थोडा कमी वेग असेल तर अतिदीर्घवर्तुळ होईल, जास्त असेल तर अपास्त होईल. अतिदीर्घवर्तुळकक्षांच्या धूमकेतूंचा वेग जसजसा २६ मैलांच्या जवळ जवळ असतो तसतसा त्यांचा प्रदक्षिणाकाल अधिक असतो. अतिदीर्घवर्तुळानें नियमित काळांत सूर्याभोंवतीं फिरणारे बरेच धूमकेतु सांपडले आहेत. ह्यांस **नियतकालिक** म्हणतात. त्यांत एकाहून अधिक वेळ दृष्टीस पडलेले असे ११ आहेत. त्यांत एनकेच्या धूमकेतूचा प्रदक्षिणाकाल सुमारें ३। वर्षें आहे. आठांचा काळ ५ पासून ७ वर्षांपर्यंत आहे. एकाचा १३॥। वर्षें आहे. व अंक १५ च्या चित्रांत दाखविलेल्या हालेच्या धूमकेतूचा प्रदक्षिणाकाल ७६ वर्षें आहे. यांशिवाय ज्यांचा प्रदक्षिणाकाल बरोबर समजला आहे असे धूमकेतु नियतकालिकांमध्यें फक्त ३ आहेत. बाकीच्यांचा काळ नक्की समजला नाहीं.

धूमकेतूची कक्षा कोणत्याही प्रकारची असली तरी तिचा एक भाग सूर्यापासून फार लांब असतो. आणि धूमकेतूचें द्रव्य फार विरळ असतें यामुळें कोणताच धूमकेतु कक्षेच्या सगळ्या भागीं दिसत नाहीं. सूर्याच्या अगदीं जवळ म्हणजे आपल्या कक्षेंत नीचीं येतो तेव्हां मात्र थोडे दिवस दिसतो. त्यांतही ज्याचें नीचस्थान पृथ्वीच्या कक्षेच्या आंत असतें किंवा थोडेंच बाहेर असतें तो मात्र दिसतो. इसवी सन १७२९ च्या केतूचें नीचस्थान पृथ्वीच्या चौपट अंतरावर होतें तरी तो दिसला. तो फारच मोठा असेल म्हणून दिसला असावा. परंतु असे फार क्वचित् आढळतात.

जे धूमकेतु आपल्यास दिसतात ते कक्षेच्या थोड्या भागीं थोडे दिवस दिसतात. यामुळें त्यांचा वेग सूक्ष्मपणें समजत नाहीं. पुष्कळ धूमकेतूंचे वेग

सेकंदास २६ मैलांच्या इतके जवळ जवळ आहेत कीं, ते त्याहून कमी आहेत कीं जास्त आहेत हें बरोबर समजत नाहीं. यामुळें त्यांच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ आहेत कीं अन्वस्त आहेत हें ठरवितां येत नाहीं. कांहींचे वेग २६ मैलांहून जास्त आहेत; परंतु फार थोडे जास्त आहेत; यामुळें त्यांच्या कक्षा अपास्तच आहेत असे निश्चयानें म्हणवत नाहीं. परंतु बहुतेक धूमकेतूंच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ असतील, व ते एकदां दिसल्यापासून हजारों वर्षांनीं कां होईना, परंतु केव्हां तरी पुनः सूर्याजवळ येतील, असा संभव आहे. यांत ज्यांचा प्रदक्षिणाकाळ थोडा असे थोडेच आहेत; तो काळ हजारों वर्षें असेल असेच पुष्कळ आहेत. व कांहीं तर अपास्तकक्षांचे असतील. ते कधीं पुनः आपल्या सूर्याकडे येणार नाहींत. परंतु असे फार थोडे.

धूमकेतु हे मूळचे आपल्या सूर्यमालेंतले आहेत कीं सूर्यमालेच्या भोंवतीं जो अनंत तारकाप्रदेश पसरलेला आहे त्यांतून आलेले आहेत व त्यांची उत्पत्ति कशी झालेली आहे ह्याविषयीं सिद्धांत अद्यापि ठरले नाहींत. सांप्रत याविषयीं असें मत आहेः—विश्वाच्या अपार प्रदेशांत तेजोमेघ पसरलेले आहेत; (त्यांचें विवेचन पुढें येईल.) त्यांस गति आहे. व आपला सूर्यही ग्रहमालेसहवर्तमान आकाशांत कोणीकडे तरी वेगानें चालला आहे. यामुळें त्या तेजोमेघद्रव्याचे अंश अनादि कालापासून एकेक आपल्या सूर्याच्या आकर्षणानें त्याजकडे येत आहेत ते हे धूमकेतु होत. दुसरें एक मत असें आहे कीं अशनींच्या द्रव्याचे धूमकेतु बनले आहेत, किंवा ते अशनिसंघात्मकच आहेत; आणि ते आकाशांत सर्वत्र पसरलेले आहेत, व कधीं कधीं सूर्याच्या आकर्षणांत सांपडतात. सूर्याभोंवतीं ग्रह नसते तर त्याच्या आकर्षणांत सांपडलेले धूमकेतु अन्वस्तकक्षेनें त्याभोंवतीं फिरून परत गेले असते व पुनः आले नसते. किंवा एकदां आले तसे कदाचित् कोट्यवधि वर्षांनीं पुनः आले असते. परंतु ग्रहांच्या उपाधीमुळें त्यांच्या गति कमजस्त होतात. सूर्यमालेंत शिरतांना किंवा तींतून परत जातांना त्यांची दिशा जशी असेल त्या मानानें उपाधि कमजास्त होईल. त्यांचा वेग दर सेकंदास २६ मैलांहून कमी किंवा जास्ती ज्या मानानें होईल त्या मानानें त्यांच्या कक्षा बनतील. ते जर एकाद्या ग्रहाच्या व त्यांतही गुरूसारख्या मोठ्या ग्रहाच्या अगदीं जवळून जातील तर त्यांचा वेग फार कमी होऊन ते **लघुकालिक** म्हणजे थोडक्यां काळांत सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करणारे बनतील. असें उदाहरण पुष्कळ शत-

कांत एकादे होईल, व आपल्यास तो धूमकेतु दिसेलच असा नियम नाहीं. परंतु दिसणारा असला तर त्याच्या योगानें नियतकालिक धूमकेतूंच्या संख्येत भर पडेल. सांप्रत सूर्यमालेंतले जे नियतकालिक धूमकेतु माहीत आहेत ते सर्व वर सांगितल्या रीतीनें ग्रहांच्या आकर्षणामुळें सूर्यमालेंतले झाले आहेत कीं काय हें निश्चयानें सांगवत नाहीं, परंतु त्यांतील बहुतेकांच्या कक्षा कोणत्या तरी ग्रहांच्या कक्षेजवळून जातात, यावरून तसा संभव दिसतो. ज्या केतूंचा प्रदक्षिणाकाल आठ दहा वर्षांच्या आंत आहे त्यांस **लघुकालिक** म्हणतात. एकट्या गुरूच्या कक्षेच्या अगदीं जवळ १२ लघुकालिक केतूंच्या कक्षेचीं उच्चें आहेत. त्यांत दहांचीं गुरुकक्षेच्या किंचित् बाहेर आहेत, दोहोंचीं आंत आहेत. इ० सन १७७० मध्यें असा एक धूमकेतु नुसत्या डोळ्यांनीं दिसला. त्या वेळच्या त्याच्या गतीवरून त्याचा प्रदक्षिणाकाल गुरूच्या निम्मे म्हणजे सुमारें ६ वर्षें आहे असें गणितानें दिसून आलें. परंतु तो बराच मोठा असतां पूर्वीं कधीं दिसला नव्हता व पुढें कधीं दिसला नाहीं. यावरून गुरूनें त्याची कक्षा फारच बदलून त्यास आमच्या दृष्टिप्रदेशाच्या आंत आणिलें व मग बाहेर लोटून दिलें असें दिसतें. ज्योतिष्यांस लघुकालिक केतु पहिल्यानें हाच आढळला. त्याचा शोध सन १७७० च्या पुढें करीत असतां आणखी लघुकालिक धूमकेतु सांपडले. त्यांत एनकेचा प्रथम सांपडला. त्याचा काल एनकेनें इ० सन १८१८ मध्यें निश्चित केला. पुढें दुसरे सांपडून त्यांचे काळ निश्चित झाले.

प्रॉक्टर नामक प्रसिद्ध ज्योतिषी इंग्लंदांत होऊन गेला. तो नुकताच निवर्तला. त्याचें मत असें आहे कीं सांप्रत सूर्यमालेंत जे नियतकालिक धूमकेतु आढळतात त्यांतले बहुतेक, आपली पृथ्वी व इतर ग्रह प्राचीनकाळीं सूर्यासारखे उष्ण होते तेव्हां त्यांच्या पोटांतून उष्णद्रव्य वेगानें बाहेर पडून त्याचे बनले आहेत. पृथ्वीवर जीवांची उत्पत्ति होण्यापूर्वींच म्हणजे कोट्यवधि वर्षांपूर्वीं ज्वालामुखींतून दर सेकंदास १०।११ मैल या वेगानें जड द्रव्य बाहेर फेंकण्याची शक्ति पृथ्वीच्या अंगीं असावी व तेव्हां पुष्कळ धूमकेतु तिजपासून उत्पन्न झाले असावे. आपल्या सूर्यापासून व इतर स्थिर तारांपासून सांप्रतही असे धूमकेतु उत्पन्न होत असावे. सूर्यापासून निघालेलें द्रव्य दर सेकंदास ३८२ मैल या वेगानें बाहेर पडलें तर तें पुन्हा त्याच्या आकर्षणांत सांपडणार नाहीं. आणि सांप्रत दर सेकंदास ४५० मैल या वेगानें जडद्रव्य

बाहेर फेंकण्याची शक्ति आपल्या सूर्यास आहे. व त्याप्रमाणें कधीं कधीं बाहेर पडतें असें आढळलें आहे. इसवी सन १८७२ मध्यें असें द्रव्य बाहेर पडलें होतें. अन्वस्त व अपास्त कक्षांचे धूमकेतु कधीं कधीं आपल्या सूर्यमालेंत येतात ते तारांपासून उत्पन्न झाले असावे. अशनींची उत्पत्ति ह्याप्रणेंच आहे असें प्रॉक्टरचें मत आहे.

दक्षिणर्क्षांतली सातवी तारा आल्फासेंटारी ही पृथ्वीला फार जवळ आहे. तींतून निघालेल्या धूमकेतूस आपल्या सूर्यमालेंत येण्यास ८० लक्ष वर्षें लागतील व त्याला २०००००००००००००० मैल मार्ग क्रमावा लागेल.

अतिदीर्घवर्तुळकक्षांच्या म्हणजे नियतकालिक धूमकेतूंपैकीं कांहींच्या कक्षांचीं उच्चें गुरूच्या जवळ आहेत असें वर सांगितलेंच. कांहींचीं शनि, प्रजापति आणि वरुण यांच्या जवळ आहेत. कांहींचीं तर त्याच्याही पलीकडे आहेत. सूर्यमालेंतला शेवटचा ग्रह वरुण ह्याचें सूर्यापासून अंतर पृथ्वीच्या ३० पट आहे; आणि हालेच्या धूमकेतूच्या उच्चाचें अंतर ३५ पट म्हणजे सुमारें ३२६ कोटि मैल आहे. म्हणजे तो सूर्यापासून फार दूर जातो तेव्हां इतका जातो; आणि जवळ येतो तेव्हां फक्त सुमारें ५॥ कोटि मैलांवर असतो. ह्याची सूर्यप्रदक्षिणा ७६ वर्षांत होते. ह्यापेक्षां ज्यांचा प्रदक्षिणाकाल जास्त आहे ते ह्याच्यापेक्षांही सूर्यापासून दूर जातात. १८४४ च्या धूमकेतूचें उच्च सूर्यापासून ४०००० कोटि मैल अंतरावर आहे, आणि त्याचा प्रदक्षिणाकाल १ लक्ष वर्षें आहे.

धूमकेतु नीचीं असतात तेव्हां त्यांचा वेग फार असतो. १८४३ च्या धूमकेतूचा वेग सेकंदांत ३५० मैल होता. पृथ्वी आपल्या कक्षेंत सेकंदांत फक्त १८॥ मैल चालते. उच्चीं असतां धूमकेतूचा वेग थोडा असतो. कांहींचा तर दर सेकंदास फक्त ९ फूट असतो.

धूमकेतु आपल्या कक्षेंत जसे दूर किंवा जवळ असतील त्या मानानें ते लहानमोठे दिसतात हें ठीकच आहे. परंतु त्यांचा वास्तविक आकार देखील सर्वत्र सारखा नसतो. लहानमोठा होतो. जसे जसे ते सूर्याजवळ येतात तसा तसा त्यांचा अग्रभाग लहान होत जातो, आणि ते सूर्यापासून दूर जातात तसा तो मोठा होतो. हालेचा धूमकेतु एकदां सूर्यापासून दूर जातांना एका आठवड्यांत ४० पट मोठा झाला, एनकेचा धूमकेतु तर एकदां १६ हजार पट मोठा झाला. पुच्छाचें ह्याच्या उलट आहे. केतु सूर्याजवळ येतो तसतसें तें

वाढतें, दूर जातांना कमी होतें. याप्रमाणें केतूचें तेजही तो सूर्याजवळ येतांना वाढतें आणि दूर जातांना कमी होतें.

धूमकेतूंचा विक्षेप म्हणजे क्रांतिवृत्ताशीं कोन किती होतो याचा नियम नाहीं. पाहिजे तितका कोन होतो. यामुळें ते आकाशांत कोणत्याही भागांत कोणत्याही दिशेनें फिरतात.

आतां धूमकेतूसंबंधें आमच्या प्राचीन ग्रंथांतलीं कांहीं वर्णनें देऊन मग इतरांच्या ग्रंथांकडे वळूं.

वराहमिहिरानें ६२ श्लोकांचा एक सगळा अध्याय (बृ०सं० ११) धूमकेतूंच्या वर्णनाकडे लाविला आहे; त्यांत त्यांचीं स्वरूपें, संख्या, शुभाशुभ फलें इत्यादि सांगितलें आहे. त्यांत सांगितल्यासारखींच फलें युरोपियन ग्रंथांतही आढळतात. वराहमिहिर म्हणतो कीं " एकशेंएक धूमकेतु आहेत असें कांहीं ऋषि सांगतात, हजार आहेत असें कांहीं सांगतात. सहस्रांपैकीं कांहीं सूर्यापासून झालेले आहेत. कांहीं चंद्रपुत्र आहेत. तसेंच कांहीं बुधादि पांच ग्रह, राहु, पृथ्वी, मृत्यु, ब्रह्मा, अग्नि, वायु, प्रजापति, वरुण, यांचे पुत्र आहेत. व कांहीं अंतरिक्षांत निरनिराळ्या दिशांपासून उत्पन्न होणारे दिक्पुत्र आहेत. " सांप्रतच्या युरोपियन ग्रंथांत ज्या प्रकारच्या केतूंचीं वर्णनें आढळतात, तितके सगळे किंबहुना जास्तच प्रकार वराहमिहिराच्या वर्णनांत आले आहेत. त्यानें एका केतूचें वर्णन असें केलें आहे:–" चलकेतु प्रथम पश्चिमेस दिसतो त्याची शिखा दक्षिणेस असते व ती तिकडे एक अंगुल उंच झाली असते. तो जसजसा उत्तरेस जातो तसतसा मोठा दिसतो. सप्तर्षि, ध्रुव, आणि अभिजित् यांस स्पर्श करून मागें फिरतो आणि आकाशाच्या अर्धाचें आक्रमण करून दक्षिणेस दिसेनासा होतो. "

बृहत्संहितेचा टीकाकार **भटोत्पल** ह्यानें वरील अध्यायाच्या टीकेंत पराशरादिकांचीं पुष्कळ वचनें दिलीं आहेत. त्यांतून कांहींचा अर्थ येथें देतों:– **पैतामह** केतु पांचशें वर्षें प्रवास करून म्हणजे एकदां दिसल्यावर पुन्हा ५०० वर्षांनीं उदय पावतो. **उद्दालक** श्वेतकेतु ११० वर्षें प्रवास करून उदय पावतो. शूलाग्रासारखी शिखा धारण करणारा **काश्यप** श्वेतकेतु १५०० वर्षें प्रवास करून **पद्मकेतु** नामक धुमकेतु येऊन गेल्यावर पूर्व दिशेस उदय पावतो. त्याची शिखा अर्धप्रदक्षिणाकार असते. तो ब्राह्म नक्षत्र, ध्रुव, ब्रह्मराशि, आणि सप्तर्षि यांस स्पर्श करून व आकाशाच्या तिसऱ्या भागाचें आक्रमण करून

अपसव्य मार्गे मागें जाऊन अस्त पावतो. अग्निपुत्र रश्मिकेतु १०० वर्षे प्रवास करून आवर्तकेतु येऊन गेल्यावर कृत्तिका नक्षत्रीं उदय पावतो."

ह्यांत उद्दालक, काश्यप हीं नांवें केतूंस दिलीं आहेत तीं त्या त्या ऋषींनीं ते ते केतु प्रथम पाहिले किंवा त्यांचे उदयकाल ठरविले यावरून दिलेलीं आहेत हें उघडच आहे. सांप्रत युरोपांत जो ज्योतिषी प्रथम एकाद्या धूमकेतूचा शोध लावितो किंवा त्याचा वेध घेतो त्याचें नांव त्यास ठेवितात, त्याप्रमाणेंच हें होय. अमुक काळीं हे धूमकेतु दिसले असें वर्णन असतें तर त्याचा विशेष उपयोग झाला असता हें खरें, तरी तसें नाहीं म्हणून हें सर्व कल्पित आहे असें कोणी म्हणेल तर तसें नाहीं असें पूर्वापार संदर्भादि गोष्टींचा विचार केल्यावरून मला वाटतें.

हजारांपैकीं कांहीं केतु बुधादि ग्रह, पृथ्वी, आणि सूर्य ह्यांपासून उत्पन्न झाले असें सांगितलें आहे हें लक्षांत आणण्यासारखें आहे. प्रॉक्टरचें मत यासारखेंच आहे.

इसवी सनाच्या आरंभापासून आजपर्यंत नुसत्या डोळ्यांनीं सुमारें पांचशें धूमकेतु दिसल्याचे लेख आहेत असें युरोपियन लोकांच्या ग्रंथांवरून दिसतें. म्हणजे सरासरी दर शतकांत २७ दृष्टीस पडले. तिसऱ्या व नवव्या शतकांत ४० हून जास्त दिसले. पांचव्या, आठव्या आणि सतराव्या शतकांत १६ हून जास्त दिसले नाहींत. शिवाय दुर्बीण निघाल्यापासून तिनें सुमारें २९० केतु आजपर्यंत दिसले. दरसाल बहुधा ७।८ नवे दृष्टीस पडतात.

आमच्या ऋषींनीं सांगितलेले १ हजार केतु इ०सनापूर्वींचे आहेत. १९०० वर्षांत पांचशें केतु दिसले, या मानानें आमच्या ग्रंथांतले केतूंविषयीं लेख निदान इसवी सनापूर्वीं ३८०० वर्षांपासून आहेत.

केप्लरचें मत असें होतें कीं, समुद्रांत जसे मासे तसे आकाशांत धूमकेतु पसरले आहेत. हल्लींही कोणाचें तसें मत आहे. आपल्या सूर्यमालेच्या बाहेर काय स्थिति असेल ती असो, परंतु आंत तरी केतु अगण्य नाहींत. असते तर सांप्रतच्या दुर्बिणींतून रोज एकादा तरी दिसता. तथापि एकंदर जे धूमकेतु असतील त्यांपैकीं थोडेच आजपर्यंत दिसले आहेत एवढें खरें.

आतां युरोपियन ग्रंथाधारें प्रसिद्ध धूमकेतूंविषयीं कांहीं सांगतों. इसवी सनापूर्वीं ४३ या वर्षी एक धूमकेतु दिसत होता. तो ज़ुलिअस सीझरचा आत्मा स्वर्गास जात आहे असें कांहीं लोकांनीं मानिलें. इ० स० ७९ ह्या

वर्षी म्हणजे आपला शककाल सुरू झाला त्या वर्षीं एक धूमकेतु दिसत होता. इ० स० ६३२ मध्यें म्हणजे मुसलमानांचा पैगंबर महंमद हा स्वर्गास गेला त्या वर्षीं एक धूमकेतु दिसत होता. इ० स० १००० ह्या वर्षी पृथ्वीचा लय होणार असें युरोप खंडांतील लोकांस पूर्वीपासून भय पडलें होतें. आणि त्याच वर्षीं एक धूमकेतु दिसूं लागला व एक मोठा उल्कापात झाला. मग काय विचारतां! जगाचा अंत खचित होणार असें सर्वांस वाटलें. परंतु सुदैवानें जग त्यांतून निभावलें! इ० स० १०६६ चा धूमकेतु विल्यम राजास अनुकूल होता. परंतु इंग्लंदास प्रतिकूल होता. कान्स्टांटिनोपल येथील रोमन बादशाही मुसलमानांनीं बुडविली त्या सुमारास इसवी सन १४५६ मध्यें हालेचा धूमकेतु दिसत होता. तें दुश्चिन्ह पाहून धूमकेतूपासून आणि मुसलमानांपासून संरक्षण व्हावें म्हणून पोप महाराजांनीं जिकडे तिकडे देवळांतून प्रार्थना सुरू करविल्या. बेलग्रेड येथें ख्रिस्ती लोक प्रार्थना करीत करीत लढत होते. परंतु धूमकेतूला दया न येऊन ४० हजार लोक समरांगणीं पडले आणि मुसलमानांचा जय झाला! हालेचा धूमकेतु पुष्कळ वेळां लोकांच्या भयास कारण झाला आहे. कधीं तो वांकड्या तरवारीसारखा दिसे. कधीं सरळ तरवारीसारखा दिसे. इ० सन १५२८ मध्यें एक धूमकेतु दिसत होता. त्याचें असें वर्णन आढळतें:—"हा धूमकेतु फारच भयंकर होता. लोकांस त्याची इतकी भीति वाटली कीं कांहीं त्या भीतीनें एरव्हींच मेले. कांहींना भयामुळें दुखणीं येऊन ते मेले. तो फार लांब व रक्तासारखा लाल होता. त्याच्या अग्रभागीं वांकडा हात होता व त्यांत तरवार होती. तिचा जणु काय आतां प्रहार करितो आहे अशी त्यानें ती धरिली होती. तरवारीच्या टोंकाशीं तीन तारा होत्या. आणि दोन्ही बाजूंस कित्येक कुऱ्हाडी, सुऱ्या, आणि तरवारी रक्तानें भरलेल्या होत्या. त्यांतच माणसांचीं कांहीं भयंकर मुंडकीं होतीं. त्यांवर राठ केंस दिसत होते." केतूच्या निरनिराळ्या अवयवांवर तरवारी इत्यादिकांची कल्पना लोकांनीं केली हें सांगण्यास नकोच. इसवी सन १६६४ आणि १६६६ च्या धूमकेतूंनीं इंग्लंदांत फारच प्रळय उडविला. लंदनांत इ० सन १६६५ मध्यें रोगाची भयंकर सांथ आली, आणि १६६६ या वर्षीं मोठा अग्निप्रळय झाला. धूमकेतूंचे हे परिणाम होत, असें त्या वेळीं सामान्य लोकांसच वाटलें असें नाहीं, तर जाणत्यांसही वाटलें. इ०स० १६८० चा धूमकेतु सूर्याच्या फार जवळ आला होता. इ० स० १६८२ मध्यें एक

धूमकेतु दिसला. त्याच्या कक्षेचें गणित हाले नामक ज्योतिष्यानें करून त्याचा सूर्यप्रदक्षिणाकाळ काढिला. केतूच्या गतीचे वेध घेऊन त्यांवरून गणितानें त्याची कक्षा ठरवून त्याचा प्रदक्षिणाकाळ काढिला असा प्रथम ह्याच धूमकेतूचा होय. व हें गणित हालेनें केलें यावरून त्याचें नांव त्या केतूस दिलें. सन १७५९ मध्यें हा पुन्हा दिसेल असा अजमास होता. त्याप्रमाणें त्या वेळच्या ज्योतिष्यांनीं गणित करून त्याच्या दिसण्याची वेळ काढिली. या वेळीं युरेनस आणि नेप्चुन् हे ग्रह माहीत नव्हते. यामुळें त्यांचें आकर्षण त्या गणितांत आलें नाहीं. व पहिल्या खेपेचे वेध आधारास घेतलेले फार सूक्ष्म नव्हते. यामुळें वर्तविलेली वेळ सुमारें एक महिन्यानें चुकली. सन १८३५ मध्यें गणित केलें तेव्हां नेप्चुन् माहीत नव्हता. यामुळें वर्तविलेल्या वेळेनंतर तिसरे दिवशीं धूमकेतु सूर्याजवळ आला. ही चुकी अगदींच थोडी किंवा मुळींच नाहीं म्हटलें तरी चालेल. २०० वर्षांपूर्वीं धूमकेतु म्हटलें कीं ‘ स्वैरगति ’ असें वाटत होतें, त्यांची दर्शन वेळा ३ दिवसांच्या अंतरानें अगोदर वर्तविली ही कांहीं सामान्य गोष्ट नाहीं. ह्यावरून सर्व धूमकेतूंची अशी वर्तवितां येते असें समजावयाचें नाहीं. तरी धूमकेतु हे जगाचा प्रलय करणारे आहेत असें नाहीं, तर तेही इतर ज्योतींप्रमाणें नियमबद्ध आहेत एवढें न्यूटनच्या व हालेच्या वेळेपासून सिद्ध झालें.

धूमकेतूंनीं कोणत्या ना कोणत्या तरी रीतीनें जगास भिववावें असा कांहीं गुण त्यांच्या अंगीं आहे कीं काय नकळे. इ० सन १६८० पूर्वीं त्यांच्या गतिस्थितीविषयीं कांहीं माहिती नव्हती म्हणून मनुष्यांस भय वाटत असे. त्याच्या पुढें उलट स्थिति झाली. त्यांचें गणित करितां येऊं लागलें म्हणून ते भयप्रद झाले अशीं दोन उदाहरणें घडलीं व तींही ह्या सुधारणाकाळांतल्या १८ व्या व १९ व्या शतकांत ज्ञानसंपन्न लोकांत घडलीं हें मोठें आश्चर्य. तारीख २० मे १७७३ रोजीं एका धूमकेतूशीं पृथ्वीचें युद्ध होणार असें नामांकित गणिती लालांडी यानें वर्तविलें आहे, आणि त्या युद्धांत पृथ्वीचा लय खचित होणार, अशी बातमी फ्रान्सदेशांत पसरली. “पृथ्वीजवळ येऊं शकणारे धूमकेतु ” या विषयावर एक निबंध लालांडी वाचणार होता, हा कायतो वरील कंडी पिकण्यास आधार होता. सरकारी ग्याझेटांत जाहिरात प्रसिद्ध झाली कीं भिण्याचें कारण नाहीं. नामांकित विद्वानांनींही तशा अर्थाचे लेख प्रसिद्ध केले. परंतु व्यर्थ. जिकडे तिकडे देवळांत प्रार्थना सुरू करा अशी पारिसच्या मुख्य

धर्माधिकाऱ्यास लोकांनीं विनंति केली. " स्वर्गांतलीं स्थानें " या नांवाचें एक पुस्तक प्रसिद्ध झालें, व तें भारी किंमतीस विकूं लागलें. अर्थात् जो तो परलोकसाधन पाहूं लागला. सन १८७२ मध्यें असाच चमत्कार झाला. एक विलक्षण धूमकेतु पृथ्वीकडे येत आहे, आणि तो आगष्टच्या १२ व्या तारखेस आपल्यास गांठणार असें स्वित्सर्लंदांतल्या एका अतिनिपुण जोशानें भाकीत केलें आहे व तें चुकावयाचें नाहीं, अशी बातमी युरोपांत जिकडे तिकडे पसरली. तो ज्योतिषी धूमकेतूंविषयीं व्याख्यान देत असतां इतकेंच बोलला की आगष्टच्या १२ व्या तारखेस जो उल्कापात होतो त्याचा संबंध एका धूमकेतूशीं आहे. त्यावरून पिसाचा कावळा झाला.

इ० सन १८४३ चा धूमकेतु सूर्याच्या फारच जवळ गेला होता. तितका जवळ दुसरा कोणताच धूमकेतु आजपर्यंत गेला नाहीं. त्याची कक्षा अंमळ बदलली असती तर तो सूर्यावर आपटता. बंडाच्या सालीं म्हणजे १८५७।५८ सालीं एक मोठा धूमकेतु दिसत होता असें सांगतात. तो पुन्हां २००० वर्षांनीं दिसेल. उपोद्घातांत (पृष्ठ ६) लिहिलेला धूमकेतु १८९२ मध्यें मार्चपासून दिसत होता असें गुळसुंदें तालुका पनवेल येथील एक ज्योतिषी रा० **बाळा वामन** यांनीं मला लिहिलें होतें. मे महिन्यांत तो पूर्वाभाद्रपदांच्या उत्तरेकडील तारेच्या पूर्वेस होता. मार्चच्या पूर्वी कांहीं दिवस तो श्रवणाच्या पश्चिमेस दिसत होता असें मद्रासच्या वेधशाळेतून प्रसिद्ध झालें होतें. अर्थात् त्याची गति ग्रहाप्रमाणें पश्चिमेकडून पूर्वेस होती. हा केतु फार लहान होता. त्याची तारा ६ व्या प्रतीची होती. लघुकालिक धूमकेतु बहुतेक दुर्बिणकेतु आहेत. कांहीं मात्र कक्षेच्या थोड्याशा भागीं नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतात. परंतु ते लहानच आहेत. माहीत असणारा नियतकालिक मोठा धुमकेतु यापुढें इ० स० १९१० पर्यंत एकादा दिसण्याजोगा बहुधा नाहीं. सन १८८२च्या केतूसारखी एकादी भव्य मूर्ति केव्हां दिसेल याचा नियम नाहीं.

इ० स० १८२६ मध्यें **बीला** नामक ज्योतिष्यास एक केतु दिसला. त्याचा काल ६ वर्षें २२६ दिवस होता. इ० स० १८४६ च्या जानेवारींत एकाएकीं त्याचे दोन तुकडे होऊन दोन केतु बनले. सन १८५२ मध्यें दोन्ही पुन्हां दिसले. परंतु त्यापुढें ते आजपर्यंत मुळींच दिसले नाहीत. त्यांच्या शेष राहिलेल्या द्रव्यापासून ता० २७ नोव्हेंबरची उल्कावृष्टि इ० स० १८७२ पासून सुरू झाली असें दिसतें.

उल्कांचा धूमकेतूंशीं संबंध:—नियमित काळीं उल्कावृष्टि होते, तिचा अशनिसमूह धूमकेतूंच्या कक्षेंत फिरत असतो असें आतां सिद्ध झालें आहे. ही गोष्ट प्रथम इ०सन १८६६ मध्यें समजली. १८६६ च्या जानेवारींत एक केतु सूर्याजवळ आला होता; त्यास टेंपलचा केतु म्हणतात. त्याचा प्रदक्षिणाकाल सुमारें ३३। वर्षें आहे. त्याच्या कक्षेचें नीचस्थल पृथ्वीच्या कक्षेच्या अगदीं जवळ आहे. उच्चस्थल प्रजापतीच्या कक्षेच्या किंचित् बाहेर आहे. ह्याच कक्षेंतून नवंबरच्या १३ व्या तारखेस होणाऱ्या उल्कावृष्टीचा अशनिसमूह फिरतो. ही कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेस एके ठिकाणीं छेदिते. त्या छेदनबिंदूजवळ पृथ्वी हल्लीं नवंबरच्या १३ व्या तारखेच्या सुमारास येते. हा अशनिसमूह कक्षेच्या सर्व भागीं पसरलेला नाहीं; सुमारें १९ व्या भागीं मात्र पसरलेला आहे. यामुळें तो समूह छेदनबिंदूजवळ येतो तेव्हां मात्र म्हणजे ३३ वर्षांत लगत दोन तीन वर्षें मात्र उल्कावृष्टि होते. सदरहू कक्षाछेदनबिंदु सुमारें ७० वर्षांत एक अंश पुढें जातो. यामुळें तितक्या वर्षांत वृष्टि एक दिवस पुढें जाते. ह्या नियतकालिक वृष्टीविषयीं मागील लेख सुमारें १४०० वर्षांचे आढळतात. टेंपलचा धूमकेतु प्रजापतीच्या आकर्षणानें इ० सन १२६ मध्यें सूर्यमालेंत आला व पुढें लवकरच ही वृष्टि सुरू झाली असावी, असें अनुमान आहे. आगष्टच्या उल्कावृष्टीचा अशनिसमूह सन १८६२ च्या एका केतूच्या कक्षेंत फिरतो. त्याचा प्रदक्षिणाकाल सुमारें १२५ वर्षें आहे. हा अशनिसमूह कक्षेच्या बहुतेक भागीं पसरलेला आहे. यामुळें ही वृष्टि बहुधा दरसाल होते. हा अशनिसमूह आमच्या सूर्यमालेंत निदान ३९ हजार वर्षें आहे. नवंबरच्या २७ व्या तारखेस होणाऱ्या वृष्टीचा अशनिसमूह बीलाच्या धूमकेतूच्या कक्षेंत फिरतो. त्याचा प्रदक्षिणाकाल ६ वर्षें २२६ दिवस आहे. ही वृष्टि नवीन सुरू झाली, ही ज्योतिःशास्त्राच्या इतिहासांत एक अतिशय महत्त्वाची गोष्ट आहे. उल्कावृष्टि व धूमकेतु यांचा निकट संबंध आहे ही गोष्ट तिजवरून निर्विवाद ठरली. प्राचीन कालापासून अशा नियतकालिक उल्कावृष्टि करणारे अशनिसमूह अनेक असावे; उल्कावृष्टि होऊन त्यांतले अशनि नाहींसे होत होत आले असावे; कांहीं शेष राहिले ते रोज रात्रीं आपल्यास उल्कारूपानें दिसतात; त्यांशीं संबंध असणारे धूमकेतुही बीलाच्या केतूप्रमाणें नाहींसे झाले असावे; असें माझें मत आहे.

धूमकेतूंची शारीरघटना:—केतूंच्या घटनेविषयीं अनेक कल्पना आहेत.

परंतु त्याबद्दल सिद्धांत अजून ठरला नाहीं. त्याचें अगदीं साधें स्वरूप दुर्बिणकेतूंत दिसतें. ते अभ्रांसारख्या अथवा वाफेसारख्या बारीक कणांचे बनलेले दिसतात. पृथ्वीवर आपल्यास असें स्वरूप घन किंवा प्रवाही कणांनीं बनलेल्या पदार्थांचें दिसतें. पाण्याच्या बारीक कणांचे मेघ बनलेले असतात, आणि कारबॉनच्या सूक्ष्म कणांमिळून धूर झालेला असतो. या सादृश्यावरून दुर्बिणकेतूंची घटना तशीच असावी असें अनुमान होतें. केतूंचा व्यास हजारों मैल असतो, परंतु त्यांतून पलीकडचे पदार्थ दिसतात. तसेंच त्यांच्या शेषद्रव्यापासून उल्कावृष्टि होते. यावरून वरील अनुमानास बळकटी येते. सारांश लहान लहान अशनि एकत्र होऊन धूमकेतु बनले असावे.

दुर्बिणकेतूच्या वर्णलेखाचे, अत्युष्ण वायुरूप कारबॉनच्या वर्णलेखाशीं सादृश्य असतें. यावरून दुर्बिणकेतु हे ज्यांत कारबॉन आहे अशा कांहीं मिश्रणाच्या वायुरूपाचे बनलेले आहेत असें एक मत आहे. परंतु तसें मानण्यास कांहीं अडचणी आहेत. ते घन आणि वायुरूपी अशा द्रव्याच्या मिश्रणाचे बनलेले आहेत असें असूं शकेल. सारांश सांप्रत याबद्दल निश्चयानें कांहीं सांगतां येत नाहीं.

मोठ्या धूमकेतूंच्या तारेचा व्यास शेंकडों मैल असतो. ती तारा हा ग्रहांप्रमाणें एक घन पदार्थ असतो किंवा दुर्बिणकेतु ज्या द्रव्याचे असतात तें द्रव्य एके ठिकाणीं दाट जमून ती बनलेली असते, अथवा अनेक अशनि एके ठिकाणीं दाट जमून ती झालेली असते हें निश्चयानें सांगतां येत नाहीं. परंतु सूर्याच्या उष्णतेनें ज्याची वाफ होते अशा द्रव्याची ती असते यांत संशय नाहीं. तिच्या भोंवताली एकावर एक वाफेचीं आवरणें असतात. मोठ्या केतूचें पुच्छ हें त्यास जडलेला स्थिर अवयव नसतो हें निःसंशय आहे. पाणी कढत असतां वाफेचा लोट चाललेला असतो त्याप्रमाणें धूमकेतूचें पुच्छ हें त्याचा मुख्य भाग जी तारा तींतून सूर्याच्या उष्णतेनें निघणाऱ्या वाफेचा लोट होय. ते नेहमीं सूर्याच्या विरुद्ध बाजूस कां असतें याबद्दल अनेक मतें आहेत. केतूची तारा अशनींची बनलेली असते. अशनींचे प्रकृत्यंश विरल असून त्यांच्यामध्यें वायु असतो; तो सूर्याच्या उष्णतेनें बाहेर निघतो; सूर्याच्या उलट बाजूस त्याच्या प्रकृत्यंशांचें किंचित् घनीभवन होऊन अतिविरल असें पुच्छ बनतें; असें एक मत आहे. परंतु त्याबद्दल कांहीं सिद्धांत अद्यापि ठरला नाहीं.

सूर्याच्या उष्णतेनें धूमकेतूच्या अग्रभागाची नेहमीं वाफ होत असते यावरून त्याचा आकार उत्तरोत्तर कमी होत असला पाहिजे हें उघड आहे. हा-

लेच्या धूमकेतूच्या पुच्छाचीं प्राचीन वर्णनें आहेत त्यावरून पाहतां हल्लीं तो कांहींसा लहान झाला आहे. तसेंच लघुकालिक धूमकेतूंस म्हणण्यासारखें पुच्छ नसतें, यावरूनही वरील अनुमान खरें ठरतें. तथापि आकार एकदम फार लहान होत असेल असें नाहीं. मोठेंही पुच्छ बनण्यास फार थोडें द्रव्य पुरण्याजोगें असतें. आकार उत्तरोत्तर कमी होत जातो. यामुळें एकदां पाहिलेला धूमकेतु केवळ बाह्यस्वरूपावरून दुसऱ्या खेपेस ओळखेल असा नियम नाहीं. कक्षेच्या स्थितीवरून म्हणजे मुख्यतः तिची केंद्रच्युति व विक्षेप यावरून तो ओळखतात.

एकाद्या धूमकेतूच्या स्वारीनें वेगानें येऊन पृथ्वीला आलिंगन दिलें तर काय वाट होईल असें भय वारंवार पडलें आहे. परंतु तो धूमकेतु ज्या प्रकारचा असेल व त्याचा जो भाग पृथ्वीवर आपटेल त्याप्रमाणें निरनिराळे परिणाम होतील. धूमकेतूच्या पुच्छांतून पृथ्वी निघून गेली तरी कांहीं परिणाम होणार नाहीं. अशी गोष्ट आजपर्यंत कांहीं वेळां झालीही असेल. कदाचित् कांहीं उल्कापात होईल. दुर्बिणकेतूंतून पृथ्वी गेली तर फार मोठा उल्कापात होईल एवढेंच. त्याहून भयंकर कांहीं होणार नाहीं. परंतु मोठ्या केतूच्या तारेशीं पृथ्वीचें युद्ध झालें तर मात्र धडगत नाहीं. तो वातावरणांत शिरतांच सर्व आकाश हजारों सूर्यांहून तेजस्वी होईल. आणि इतकी उष्णता उत्पन्न होईल कीं तिनें अति कठिण खडकही वितळतील. पांच चार सेकंद गेले नाहींत तोंच तो पृथ्वीवर आदळेल. तो तर चूर्ण होऊन वितळून जाईलच, परंतु पृथ्वीच्या पृष्ठावरच्या सर्व पदार्थांची वाफ होऊन पृथ्वीचें कसें रूपांतर होईल याची कल्पनाही करवत नाहीं. परंतु अशा युद्धाचा संभव अति थोडा आहे.

क्रांतितेजः—आकाश स्वच्छ असतां सूर्य मावळल्यावर पश्चिमेस सूर्योदयापूर्वीं पूर्वेस अस्पष्ट तेजाचा लोट दिसतो. तो सूर्याच्या दोन्ही बाजूंस क्रांतिवृत्तांत पसरलेला असतो. त्यास **क्रांतितेज** म्हणतात. तें कधीं कधीं अर्ध्या आकाशापर्यंत पसरलेलें दिसतें. तें सूर्याजवळ अधिक तेजस्वी असतें. त्याचें स्वरूप अजून समजलें नाहीं. पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या मध्यें पृथ्वीच्या कक्षेच्या किंचित् बाहेरपर्यंत अगण्य अशनींचा समूह असावा, आणि त्याजवर सूर्याचा प्रकाश पडून परावर्तन पावल्यामुळें हें तेज उत्पन्न होत असावें. ज्या पदार्थामुळें हें तेज उत्पन्न होतें त्यामुळेंच बहुधा बुधाच्या उच्चगतींत फरक पडत असेल.

तारका

. मागील १९ प्रकरणांत आपण बहुधा आपल्या सूर्यमालेचाच विचार केला. आतां आपल्या सूर्यासारखे किंवा त्याहून फार मोठे जे असंख्यात सूर्य आकाशांत पसरले आहेत ते यथाशक्ति पाहूं.

नुसत्या डोळ्यांनीं सहा प्रतींच्या तारा दिसतात. सहा इंच भिंगाच्या दुर्बिणींतून सुमारें १३ प्रतींच्या दिसतात. आणि पृथ्वीवरील अति मोठचा दुर्बिणींतून १६ प्रतींच्या दिसतात. कोणी तारांच्या २० पर्यंत प्रती केल्या आहेत. एका प्रतीच्या तारेचें तेज खालच्या प्रतीच्या तारेच्या सुमारें २॥ किंवा २॥। पट असतें. आणि एका प्रतीच्या तारांची संख्या आकाशांत जितकी आहे तिच्या सुमारें २॥ पट किंवा ३ पट खालच्या प्रतीच्यांची आहे. एका प्रतीच्या सर्व तारा एकत्र केल्या तर वरच्या प्रतीची सुमारें एक तारा होईल. हीं अनुमानें केवळ डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या तेजावरून बसविलेलीं आहेत. यामुळें तीं स्थूल आहेत. प्रकाशमापक या नांवाचें यंत्र हल्लीं निघालें आहे. त्यावरून तेजाचें मान सूक्ष्म समजतें. परंतु त्यावरून तारांच्या प्रती अजून ठरल्या नाहींत.

हल्लीं फार सूक्ष्म अशीं तारास्थितिपत्रकें पुष्कळ झालीं आहेत. त्यांत सुमारें २० हजार तारांची स्थिति आहे. उत्तरध्रुवापासून दक्षिणक्रांति २ पर्यंत असणाऱ्या ९ प्रतींच्या तारांचें एक स्थूल स्थितिपत्रक झालें आहे. त्यांत सुमारें ३ लक्ष तारा आहेत. ही संख्या सुमारें अर्ध्या आकाशांतली आहे. नुसत्या डोळ्यांनीं अर्ध्या आकाशांत ३ हजार तारा दिसतात. यावरून नुसत्या डोळ्यांनीं जेथें एक तारा दिसते तेथें मध्यम दुर्बिणींतून सरासरी १०० तारा दिसतात.

तारांच्या राशींविषयीं मागें सांगितलेंच आहे. युरोपियन नांवाप्रमाणें त्यांच्या आकृति हल्लीं मुळींच दिसत नाहींत असें म्हटलें तरी चालेल.

दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या असंख्य तारांनीं आकाशगंगा झालेली आहे. अशा तारा आकाशगंगेपासून दूरच्या प्रदेशांत थोड्याच आहेत; जसें जसें आकाशगंगेकडे पहात यावें तशा तशा दाट आहेत. नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या ताराही आकाशगंगेंत जास्त आहेत. आकाशगंगेखेरीज इतर प्रदेशांतही कोठें कोठें फार दाट तारा आहेत.

रूपविकारी तारा:—कांहीं तारांचें तेज नेहमीं एकसारखें नसतें; कमजास्त होतें. अशा तारा सुमारें १४३ आहेत. त्यांत ज्यांचा रूपविकार सहज सम-

जण्यांत येतो अशा २ आहेत. ययाति नामक पुंजामध्यें एक तारा आहे. सन १८९३ च्या आरंभीं तिचे विषुवांश ३।१।१२ व क्रांति उ० ४०।३२।३६ आहे. हिला अलगोल असें युरोपियन (मूळचें आरबी) नांव आहे. ती साधारणतः दुसऱ्या प्रतीची दिसते. २ दिवस २० तास व ४९ मिनिटें इतक्या कालांत तिच्या रूपांत एकदां फरक होतो. एकदां तेज कमी होऊं लागलें म्हणजे सुमारें ३॥ तासांत ती चवथ्या प्रतीची होते. सुमारें १५ मिनिटें तशीच राहते. व पुन्हां ३॥ तासांत पूर्ववत् होते. भरणी आणि कृत्तिका ह्यांच्या उत्तरेस ती आहे. ह्या तिहीं मिळून एक काटकोनत्रिकोण होतो. त्याचा काटकोनबिंदु भरणींत आहे. अलगोल तारा जानुआरीच्या २० व्या तारखेस सात वाजतां मध्याह्नीं येते. आक्टोबरपासून चार पांच महिने तिचा रूपविकार पाहण्याची संधि चांगली असते. इ० सन १८९३ ह्या वर्षी जानुआरीच्या १७ व्या तारखेस मद्रासटाइम सवासात वाजतां हिचें तेज अगदीं कमी झालें होतें. यावरून पुढील वेळा सुमारानें काढितां येतील. हिचा व्यास सुमारें ११ लक्ष मैल आहे. हिच्यापासून ३ लक्ष मैलांवर ८ लक्ष मैल व्यासाची दुसरी एक तारा हिच्याभोंवतीं फिरते. यामुळें हिच्या तेजांत फेरफार होतो. ह्या रूपविकारांत थोडा अनियमितपणा दिसून आला आहे. त्यावरून आकर्षणनियमानें गणित करून एका ज्योतिष्यानें नुकतेंच अनुमान केलें आहे कीं ह्या दोन्ही तारा सुमारें १३० वर्षांत त्यांहून फार मोठ्या दुसऱ्या एका तारेभोंवतीं फिरतात. ती तारा दिसत नाहीं व तिला प्रकाश नाहीं. मिरा (अद्भुत) या नांवाची दुसरी एक रूपविकारी तारा तिमिंगल पुंजांत आहे. इ० सन १८९३ च्या आरंभीं तिचे विषुवांश २।१३।१६ आणि क्रांति द० ३।२७।४९ होती. ही जानुआरीचे ८ व्या तारखेस सात वाजतां मध्याह्नीं येते. हिचा रूपविकारकाल सुमारें दहा बारा महिने आहे. त्यांत कांहीं दिवस ती नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहीं. पुढें दिसूं लागली म्हणजे सुमारें ४० दिवसांत दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या प्रतीची होते. मग सुमारें २ महिन्यांत पूर्वावस्था पावते. नौकापुंजांत तिसरी एक तारा आहे. १८९३ च्या आरंभीं तिचे विषुवांश १०।४०।५९ आणि द० क्रांति ५९।७।१५ होती. मेच्या १७ व्या तारखेस ही ७ वाजतां मध्याह्नीं येते. हिच्या तेजांत फार विलक्षण फेरफार होतो. परंतु त्याचा काल सुमारें ४६ वर्षें आहे. इ० सन १८३७ पासून ५।६ वर्षें ती पहिल्या प्रतीची झाली होती. त्यांत १८४३ मध्यें तर व्याधाच्या खालोखाल दिसत होती.

पुढें कमी होऊं लागून १८६७ मध्यें तर नुसत्या डोळ्यांनीं बहुधा दिसेनाशी झाली. इतर तारांचे फेरफार पुष्कळ होतात. परंतु त्या बारीक असतात. अभिजितच्या आग्नेयीस ९।६ अंशांवर दोन तारा आहेत. त्यांतली पश्चिमेकडची १३ दिवसांत ४ वेळां बदलते. त्यांत कधीं ३॥ प्रतीची व कधीं ४॥ प्रतीची असते. मृगांतली १३ वी तारा किंचित् बदलणारी आहे.

नव्या तारा:—कधीं कधीं पूर्वीं दिसल्या नाहींत अशा फार प्रदीप्त तारा आकाशांत दिसतात, आणि नाहींशा होतात. इ० सन १५७२ च्या नोव्हेंबरपासून सुमारें १६ महिने वृषपर्वा व शर्मिष्ठा ह्यांच्या मध्यें एक प्रदीप्त तारा दिसत होती. त्यांत पाऊण महिना तर ती फारच प्रदीप्त होती, व दिवसास दिसत असे. इ० सन १६०४ च्या सप्टेंबरपासून १६ महिने भुजगधारीमध्यें एक तारा दिसत होती. सुमारें पाऊण महिना ती शुक्राच्या खालोखाल होती. सन १८६६ मध्यें उत्तरमुकुटांत दुसऱ्या प्रतीची, सन १८७६ मध्यें हंसराशींत तिसऱ्या प्रतीची, व सन १८८५ मध्यें देवयानी पुंजांत आठव्या प्रतीची, अशा तारा दिसत होत्या. ग्रीक, अरब, चिनी इत्यादिकांच्या ग्रंथांत अशा तारांचीं कांहीं वर्णनें आहेत.

ह्या तारा वस्तुतः नव्या नव्हत. फार तेजस्वी नसल्यामुळें किंवा फारच बारीक असल्यामुळें पूर्वीं माहीत नसतात, व तेज कमी झाल्यावर बारीक होऊन राहतात किंवा अगदीं बारीक होऊन दिसतनाशा होतात. त्या वस्तुतः रूपविकारी होत. इतरांचा रूपविकार बराच किंवा अगदीं नियमित असतो; ह्यांचा अनियमित असतो, इतकेंच. आपला सूर्य आणि तारा ह्यांची शारीरघटना सामान्यतः सारखीच आहे. सूर्यावर सुमारें दर ११ वर्षांनीं फार डाग दिसतात. तेव्हां ' सूर्य ' ही एक इतक्या काळांत नियमित रूपविकार पावणारी तारा होय. हा विकार फार थोडा, परंतु कांहीं तरी आहे. इतर तारांच्या स्थितीप्रमाणें त्यांवरही असे डाग दिसत असतील, यामुळें आपल्यास त्या बदलणाऱ्या दिसतात. ज्या तारा अकस्मात् प्रदीप्त दिसतात त्यांच्या दीप्तीचें कारण कांहीं निराळें दिसतें. डा० ह्युजिन्स ह्यानें इ० सन १८६६ च्या तारेचे वर्णलेख घेतले. त्यावरून दिसून आलें कीं त्या तारेच्या पोटांतून अतिशय तप्त हायड्रोजन वायु बाहेर पडून त्याची तप्तता आणि त्यामुळें तारेच्या पृष्ठभागास आलेली तप्तता यांच्या योगानें ती तारा प्रदीप्त दिसली. आपल्या सूर्यावर तेजःशृंगें दिसतात तीं मुख्यतः हायड्रोजन वायूच्या उद्गमनानेंच हो-

तात. ह्याप्रमाणेंच अतिशय वायु बाहेर पडून तारा अकस्मात् प्रदीप्त होत असाव्या. कोणाचें असें मत आहे कीं ग्रह किंवा तेजोमेघ यांचें तारांशीं द्वंद्वयुद्ध होऊन तारा प्रदीप्त होत असाव्या. सन १८९१ च्या दिसेंबरच्या १० व्या तारखेस आकाशगंगेंत सारथी नामक पुंजांत एक तारा दिसूं लागली. ती लहानच म्हणजे पांचव्या प्रतीची होती. परंतु पूर्वीं ती कधीं तेथें दिसली नव्हती. पुढें ती दोन महिने किंचित् मोठी होऊन मग लहान दिसूं लागली, आणि अप्रिलांत दिसेनाशी झाली. फेब्रुआरीपासून तिचे वर्णलेख घेतले तेव्हां असें दिसून आलें कीं ती तारा एकटी नाहीं, वस्तुतः दोन तारा आहेत. आणि त्यांतली एक हैड्रोजन आणि कालशियम् व सोडियम् यांच्या वाफांनीं बनलेली आहे; आणि दर सेकंदास ४२० मैल या वेगानें आपणापासून मागें जात आहे. आणि दुसरी तारा हा एक मोठा सूर्य आहे. त्याच्या भोंवतीं वरच्याच पदार्थांचें वातावरण आहे; आणि तो दर सेकंदास ३०० मैलप्रमाणें आपल्याकडे येत आहे. याप्रमाणें गति ४० दिवस एकसारखी दिसली, यावरून प्रो० ह्युजिन्स ह्याचें मत आहे कीं त्या तारा एकमेकींवर आदळून प्रदीप्त झाल्या असें म्हणवत नाहीं. परंतु वर्णलेख घेऊं लागण्यापूर्वींच त्यांची टक्कर होऊन त्या प्रदीप्त झाल्या असतील. परस्परांच्या आकर्षणानें अथवा विद्युत्क्षोभानें त्या प्रदीप्त झाल्या असेंही कोणाचें मत आहे. अशा प्रकारच्या आकस्मिक दीप्तीविषयीं प्रॉक्टरचें मत असें आहे कीं ज्याचा प्रदक्षिणाकाल ११ वर्षें आहे असा एक लहान केतु आणि त्याचा अनुयायी अशनिसंघ हे आपल्या सूर्याच्या अगदीं जवळून जातात, यामुळें त्यावर डाग दिसतात. व ह्याप्रमाणेंच एकादा मोठा धूमकेतु फार कालानें एकाद्या तारेवर आपटल्यामुळें ती प्रदीप्त होते. आपला सूर्य कधीं प्रदीप्त होईल कीं काय अशी शंका येते. परंतु लक्षावधि तारांत एकादी तारा कांहीं वर्षांनीं प्रदीप्त होते, ही गोष्ट मनांत आणली म्हणजे भयाचें कारण नाहीं.

तारकायुग्मः—नुसत्या डोळ्यांनीं जेथें एक तारा दिसते तेथें दुर्बिणींतून दोन तारा दिसतात अशीं पुष्कळ उदाहरणें आहेत. अशा दोन तारांस तारकायुग्म अथवा जोडतारा म्हणतात. परिशिष्ट १ यांतील रोहिणींतील चवथी तारा; मृगांतली पहिली, चवथी, पांचवी, सहावी; व्याध; पुनर्वसूपैकीं पहिली; मघा पांचवी; त्रिशंकु दुसरी; दक्षिणर्क्ष सातवी; आप; ज्येष्ठा दुसरी (योगतारा) ह्या जोडतारा आहेत. यांत कांहींची जोडी लहान दुर्बिणीनें दिसते. कांहींची

मोठ्या दुर्बिणीनें मात्र दिसते. ज्या तारांच्या जोडीमध्यें १५ विकलां-पेक्षां जास्त अंतर आहे त्या नुसत्या डोळ्यांनीं एक दिसल्या तरी दुर्बिणींतून फार दूर दूर दिसतात. म्हणून ज्योतिषी त्यांस जोडतारा म्हणत नाहींत. हल्लीं सुमारें सहा हजार जोडतारांचा शोध लागला आहे. फार थोड्या अंतरानें असणाऱ्या जोडीचा वास्तविकच कांहीं संबंध आहे कीं काय हें सर्वांविषयीं निश्चयानें सांगतां येत नाहीं. कांहीं जोड्या पृथ्वीपासून एका सरळ रेषेंत असतात म्हणून मात्र तशा दिसतात. परंतु ज्या ज्या जोडीमध्यें फार थोड्या विकलांचें अंतर आहे तिचा कांहीं तरी भौतिक संबंध असावा असें दिसतें. हा संबंध कांहींचा अनुभवास आलेला आहे. त्यांतल्या तारा आपल्या गुरुत्वमध्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करितात. अशा जोडीस **मिथुनमाला** म्हणतात. सुमारें १२ मिथुनमालांचा प्रदक्षिणाकाल निश्चित झाला आहे. तो सुमारें २५ पासून १०० वर्षेंपर्यंत आहे. कांहींचा शेंकडों वर्षें असेल. ज्या जोडीचा प्रदक्षिणाकाल थोडा आहे ती फारच निकट आहे. व्याधाच्या वास्तव गतीमध्यें कांहीं अनियतता दिसते. त्यावरून त्याच्या जवळ एकादी तारा आहे असें अनुमान करून तिची कक्षा आणि प्रदक्षिणाकाल ज्योतिष्यांनीं गणितानें काढिला. त्यावर बरींच वर्षें ती तारा कोणास दिसली नाहीं. परंतु १८६२ मध्यें १८ इंच भिंगाच्या दुर्बिणींतून ती दिसली. तेव्हां ती गणितानें वर्तविलेल्या स्थळींच व्याधापासून १० विकलांवर होती. पुनर्वसूंच्या चवथ्या तारेजवळ एक ‘ सहचरी ’ आहे असें अनुमान आहे.

कांहीं तारा तिहेरी व कांहीं चव्हेरी आहेत. युग्मांतली एक अथवा दोन्ही तारा स्वतः युग्म असल्यामुळेंच अशीं बहुतेक त्रिकें आणि चतुष्कें झालीं आहेत.

तारकागुच्छः—दुर्बिणींतून फार बारीक तारा दिसतात, त्या सर्वत्र सारख्या पसरलेल्या नाहींत. त्यांचे बहुधा दाटपुंज झालेले आहेत त्यांस आपण तारकागुच्छ म्हणूं. कृत्तिका नक्षत्र हा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणारा गुच्छ होय. त्यांत ६ किंवा ७ तारा दिसतात. दुर्बिणींतून पाहिलें तर ५० पासून १०० किंवा अधिकही दिसतात. ज्या गुच्छांत फार दाट व फार बारीक तारा असतात तो नुसत्या डोळ्यांनीं लहानसा धुराचा पट्टा किंवा ढग दिसतो. पुष्यनक्षत्राच्या पश्चिमेस ३।४ अंशांवर असा एक गुच्छ दिसतो. त्याचे विषुवांश ८१२० व क्रांति उ० २०।१० आहे. ययाति पुंजांत एक गुच्छ आहे. त्याचे विषुवांश २११० व क्रांति उत्तर ५७ आहे. तो जानेवारीच्या सातव्या तार-

खेस ७ वाजतां मध्याह्नीं येतो. मूळांच्या तिसऱ्या तारेजवळ एक गुच्छ आहे.



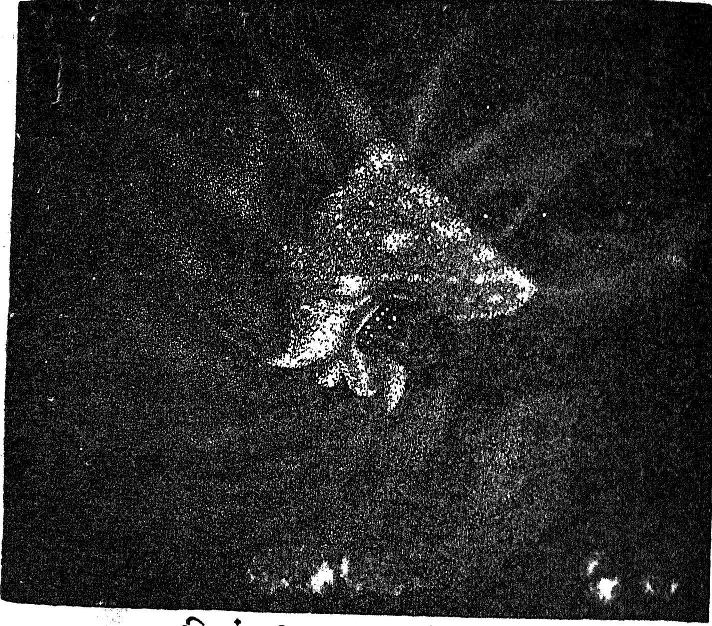
चित्रांक १६–अतिमनोहर तारकागुच्छ.
(विषुवांश १३।२१. क्रां. द. ४६।५२)

चित्रांक १६ यांत एक तारकागुच्छ दिला आहे. दक्षिणक्षींतील पांचवी तारा आणि तिच्या उत्तरची सुमारें १९ अंशांवरील एक तारा ह्या दोहोंच्या मध्यावर एक बारीक तारा दिसते, तिच्या भोंवतीं धुरकट दिसतें तोच हा गुच्छ होय. सगळ्या आकाशांत इतका दाट, विस्तृत आणि रम्य गुच्छ दुसरा नाहीं. त्यांत तारा खरोखरच असंख्यात आहेत. तथापि त्या सर्व मिळून नुसऱ्या डोळ्यांनीं चवथ्या प्रतीची एक तारा दिसते. यावरून त्या किती दाट असतील आणि प्रत्येक तारा किती बारीक असेल ह्याचें अनुमान होतें. आणि वस्तुतः त्या आपल्या सूर्यासारख्या किंवा त्याहून मोठ्या आहेत हें मनांत येऊन मन थक्क होतें.

तेजोमेघ:–अगदीं स्वच्छ आकाशांत नुसत्या डोळ्यांनीं पांढऱ्या मेघासारखे किंवा आकाशगंगेसारखे तेजाचे लहान लहान पुंज दिसतात. दुर्बिणींतून पाहिलें तर त्यांतले कांहीं तारकागुच्छ असतात. एका दुर्बिणींत जो नुसता ढग दिसतो तो तिच्याहून मोठ्या दुर्बिणींत तारकागुच्छ दिसतो. परंतु अशा प्रकारच्या कांहीं पुंजांचे वर्णलेख घेतल्यावरून दिसून आलें आहे कीं ते अतिप्रदीप्त वायूचे किंवा वाफांचे स्वयंप्रकाशपुंज आहेत. ह्यांस आपण अग्निमेघ किंवा **तेजोमेघ** म्हणू. अशा सुमारें पांच हजार तेजोमेघांचा शोध लागला आहे. कांहीं तेजोमेघांचा आकार ग्रहांसारखा वाटोळा असतो; त्यांस **ग्रहाकार तेजोमेघ** म्हणतात. कांहीं **आवर्ताकार** (भोंवऱ्यासारखे) व कांहीं **वलयाकार** (अंगठीसारखे) असतात. कांहींचे आकार अनियमित असतात. एकादा तेजोमेघ एकाद्या तारेच्या भोंवतीं पसरलेला असतो.

देवयानी पुंजांत एक तेजोमेघ आहे. अर्धपारदर्शक शिंगांतून दिवा दिसावा तसा तो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतो. त्याचे विषुवांश ०।३९ व क्रांति उ० ४० आहे. अभिजितच्या आग्नेयीच्या दोन तारांमध्यें वलयाकार तेजोमेघ आहे. नौकापुंजांतली रूपविकारी तारा मागें सांगितली ती, आणि मृगांतली ८ वी व ९ वी यांच्या भोंवतीं एकेक तेजोमेघ आहे. कृत्तिका चवथ्या तारेच्या दक्षिणेस एक आहे.

फार प्रसिद्ध असा एक तेजोमेघ चित्रांक १७ ह्यांत दाखविला आहे. मृगाच्या पोटांतील बाणाच्या दक्षिणेस ३ लहान तारा आहेत. (त्यांस युरोपियन लोक ओरायनची तरवार म्हणतात.) त्यांतील मधल्या तारेच्या म्हणजे परिशिष्टांतील मृगापैकीं सहाव्या तारेच्या भोंवतीं हा तेजोमेघ आहे. असा ते-



चित्रांक १७—मृगांतील तेजोमेघ.

जस्वी आणि चित्रविचित्र तेजोमेघ उत्तरगोलार्धात नाहीं. नुसत्या डोळ्यांनीं देखील पूर्वोक्त तारेभोंवतीं तेजोमेघाचा भास होतो. हल्लींच्या अति मोठ्या दुर्बिणींतून ह्यांत शेंकडों तारा दिसतात. तथापि वर्णलेखावरून दिसून आलें आहे कीं तो घनपदार्थ नाहीं, तप्तवायु आहे. व त्यांत हायड्रोजन व नायट्रोजन ह्या दोन वायूंचें मिश्रण आहे.

तारांची गतिः—वर्णलेखकयंत्रानें खस्थ ज्योतींची भौतिक घटना समजूं लागली आहे, तसेंच तें दुसऱ्या एका महत्त्वाच्या शोधाचें साधन झालें आहे. कमजास्त तिर्यक् रेषेनें कांहीं तारा आपल्याकडे येत आहेत, व कांहीं आपल्यापासून दूर जात आहेत. काटकोणत्रिकोणाच्या कर्णरेषेनें होणारी त्यांची गति आपल्यास त्याच्या दोन बाजूंतून दिसते. म्हणजे एक आकाशांत आड-

वी दिसते आणि दुसरी तारांकडे पाहण्याची आपली जी दिशा म्हणजे दर्शन-रेषा तींत अनुभवास येते. यांपैकीं आडवी म्हणजे आकाशांत पूर्वपश्चिम किंवा कोणत्या तरी दिशेस दिसणारी गति दुर्बिणीनें पुष्कळ वर्षे समजली आहे. तिला **वास्तवगति** म्हणतात. ती कांहीं तारांची वर्षांत ४ पासून ७ विकला आहे आणि बहुतेक तारांची शंभर वर्षांत थोड्याशा विकला आहे. ही गति सर्व तारांची एका नियमानें होत आहे असें नाहीं. तिचीं मानें आणि दिशा निरनिराळ्या आहेत; आणि ती सरळरेषेंत आहे. तारा जर कक्षांत फिरत असतील तर त्या कक्षांची वक्रता गेल्या २०० वर्षांत मुळींच दिसून आली नाहीं. ही गति कांहीं तारापुंजांची मात्र बहुतेक सारखी आहे. उदाहरणार्थ, कृत्तिका आणि रोहिणी यांच्या मधील सर्व तारांची वास्तवगति समान आहे. तसेंच सप्तर्षींपैकीं मरीचि आणि क्रतु हे खेरीज करून पांचांची समान आहे. दर्शनरेषेंतली गति वर्णलेखकयंत्रानें सुमारें इ० सन १८६५ पासून समजूं लागली आहे. कांहीं तारा दर सेकंदास ४०।५० मैल वेगानें आपल्याकडे येत आहेत व कांहीं १५।२० मैल वेगानें आपल्यापासून दूर जात आहेत. यांत व्याधाच्या गतींत चमत्कार दिसून आला आहे. प्रथम दर सेकंदास सुमारें २० मैलप्रमाणें त्याचें निर्गमन होत होतें. परंतु तो वेग कमी होत जाऊन आतां त्याचें आगमन होऊं लागलें आहे.

इतर तारांप्रमाणें आपल्या सूर्यासही गति आहे. सुमारें विषुवांश १७।२२।४० क्रांति उ० ३९।५६ या बिंदूकडे म्हणजे **शौरि** नामक पुंजांतील एका बिंदूकडे आपला सूर्य सपरिवार चालला आहे. ही गति फार थोडी म्हणजे शंभर वर्षांत सुमारें ३७ विकला आहे. दर सेकंदास तो ३।४ मैल जातो असें कोणाचें मत आहे; कोणाच्या मतें त्याची गति यापेक्षां जलद आहे. सूर्य जिकडे चालला आहे तिकडील तारा आपणाकडे येत आहेत व उलट दिशेच्या दूर जात आहेत असें सामान्यतः दिसून आलें आहे. म्हणजे आपल्या सूर्याच्या गतीमुळें त्यांस गति दिसते. परंतु त्यांची सर्वच गति भासमान नाहीं; तिचा कांहीं अंश वास्तव आहे असें सिद्ध झालें आहे.

विश्व

आतां आपण विश्वाचा विस्तार, त्याची संस्था आणि उत्पत्ति, स्थिति व लय ह्यांचा यथाशक्ति विचार करूं. हा विचार कल्पनातरंगांबरोबर वाहत जाऊन करावयाचा नाहीं; तर वेधांवरून अनुभवास आलेले वास्तवार्थ आणि सांप्रत निर्विवाद ठरलेले भौतिकशास्त्राचे सिद्धांत यांस अनुसरून करावयाचा.

विश्व अनंत आहे ही कल्पना फार प्राचीन काळापासून आहे. परंतु त्या अनंतत्वाविषयीं वास्तविक ज्ञान तीन हजार वर्षांपूर्वीं अगदीं संकुचित होतें. ज्यानें आपल्या गांवाखेरीज दुसरा गांव पाहिला नाहीं अशा मुलाला लहानपणीं कोणीं सांगितलें कीं पृथ्वी फार मोठी आहे, तरी त्याला त्या विस्ताराची कल्पना जितकी होईल त्यापेक्षां त्यानें दहा पांच गांव पाहिल्यावर जास्त होईल. शेंपन्नास कोस प्रवास केल्यावर तो विस्तार त्याचे मनांत अधिक ठसेल, आणि मोठेपणीं एकादा देश पाहिल्यावर तर त्याची कल्पना खरी त्याच्या मनांत येईल. आतां ही तरी कल्पनाच होय. प्रत्यक्षज्ञान नव्हे. तरी आपण पाहिलेल्या देशाच्या अमुकपट पृथ्वी आहे असें समजलें असतां तुलनेनें पृथ्वीच्या विस्ताराचें ज्ञान वास्तविक होईल. याप्रमाणेंच विश्वविस्ताराची गोष्ट आहे. चंद्रसूर्यांच्या अंतराचें ज्ञान कांहींच नव्हतें, आणि ते व सर्व तारा सारख्याच उंचीवर आहेत अशी समजूत होती, तेव्हां विश्वविस्ताराची कल्पना ती किती असणार? सूर्यादिकांपेक्षां नक्षत्रें अधिक अंतरावर आहेत एवढें समजलें तरी कल्पना फारशी वाढली असें नाहीं. सूर्यमालेंतील ग्रहांच्या गतिस्थितीचें ज्ञान आमच्या देशांतील व ग्रीस देशांतील लोकांस झालें, तेव्हां विश्वविस्ताराची कल्पना पुष्कळ वाढली. परंतु त्या वेळीं चंद्राचें अंतर बरोबर समजलें होतें, आणि ग्रहांचीं अंतरें सापेक्ष समजलीं होतीं, तरी ग्रहांच्या वास्तविक अंतराचें ज्ञान नव्हतें. मग तारांच्या अंतरांचें कोठचें? आमच्या ज्योतिःशास्त्रांत पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर सुमारें ६९०००० योजनें आहे आणि ह्या योजनाचें मान ५ मैल आहे. म्हणजे सूर्याचें अंतर सुमारें ३४॥ लक्ष मैल झालें. आणि तारांचें अंतर ह्याच्या ६० पट मानिलें आहे. ग्रहांच्या महत्त्वाविषयीं तर तेव्हां कांहींच कल्पना नव्हती. दिग्देशकाल या त्रिप्रश्नांचा विचार आमच्या ज्योतिषांत आहे. यांपैकीं कालाच्या अनंतत्वाची कल्पना आमच्या सर्व ग्रंथांत पुष्कळ विस्तृत आहे.

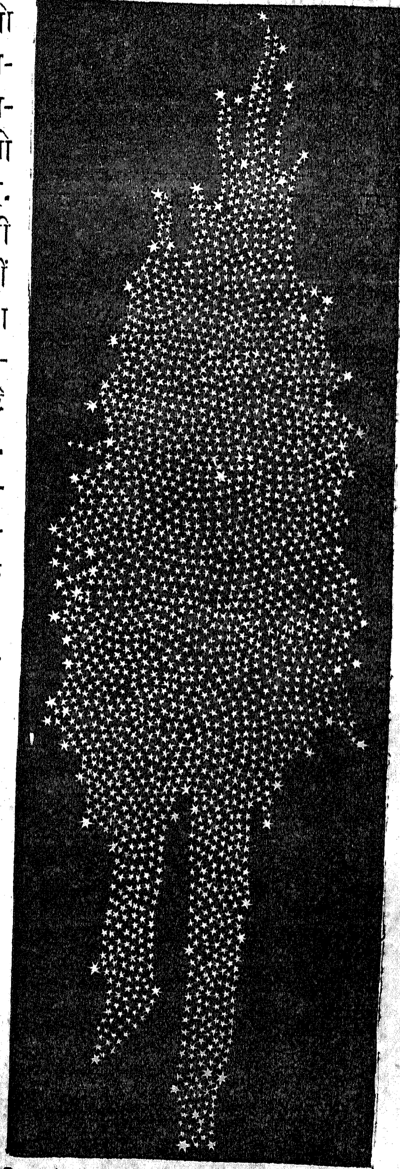
तारा आपल्या सूर्यासारख्या स्वयंप्रकाश आहेत व सूर्यमालेच्या बाहेर फार दूर आहेत असें कोपर्निकसानें दाखविलें तेव्हांपासून ज्योतिष्यांचें लक्ष विश्व-संस्थेच्या विचाराकडे लागलें. तरी कोपर्निकसासही तारांच्या अंतरांची कल्पना नव्हती. आपला सूर्य हा विश्वाचा मध्य आहे व तारा त्यापासून सारख्या अंतरावर आहेत असें त्याचें मत होतें. आकाशगंगा जी दिसते त्या वस्तुतः तारा आहेत असें गॅलिलियोनें दुर्बिणीच्या साहाय्यानें दाखविलें; व आपला सूर्य हा तारांपैकीं एक आहे, तो त्या सर्वांचा मध्य नव्हे, असें केप्लरनें दाखविलें; तेव्हांपासून विश्वसंस्थेचा खरा विचार सुरू झाला; आणि कांट म्हणून तत्त्ववेत्ता इ० सन १७६० च्या सुमारास झाला तो, व प्रजापतीचा शोध लावणारा विल्यम हर्शेल ह्यांच्या वेळेपासून तो फलद्रूप होऊं लागला. सूर्याचें अंतर या सुमारासच पुष्कळ सूक्ष्मपणें समजलें; व त्याच्या योगानें ग्रहांचेंही समजलें. ग्रहांच्या महत्त्वाचें वास्तवज्ञानही यापूर्वीं थोडींच वर्षे म्हणजे न्यूटनपासून होऊं लागलें होतें.

दूरस्थ अगम्य पदार्थांचीं अंतरें लंबनाच्या योगानें काढितात. एकादा पदार्थ दोन स्थानांपासून पाहिला असतां त्याच्या दिशेमध्यें जो फरक होतो तो, म्हणजे त्याच्या दर्शनरेषांमध्यें जो कोन होतो, तें **लंबन**. हें लंबनाचें सामान्य लक्षण होय. जसें जसें अंतर जास्त तसें तसें लंबन कमी होतें. आगगाडींतून चाललें असतां जवळचीं झाडें आपल्या समोरून लवकर जातात. दूरचीं तितकीं लवकर जात नाहींत; त्यांचें लंबन कमी असतें; त्यांची दिशा लवकर बदलत नाहीं. सूर्यमालेंतील तेजें पृथ्वीच्या मध्यबिंदुंतून आणि पृष्ठभागावरून पाहिलीं असतां त्यांच्या दर्शनरेषांत जो कोन होतो त्यास त्यांचें **लंबन** म्हणतात. त्या ज्योतींवरून पृथ्वीची त्रिज्या पाहिली असतां लंबनाएवढी दिसेल. सूर्याचें वैषुवक्षितिजलंबन सुमारें ८".८५ आहे. सूर्यावरून पृथ्वीची त्रिज्या तिच्या कक्षेमध्यें या लंबनाइतकी दिसेल. आणि पृथ्वीच्या त्रिज्येची लांबी माहीत असली म्हणजे तिजवरून तिच्या कक्षेची त्रिज्या म्हणजे सूर्याचें अंतर निघेल. आगगाडींतून एकदोन मैल गेलें तरी फार दूर जे डोंगर वगैरे दिसतात त्यांचें स्थान बदललेलें दिसत नाहीं. त्याप्रमाणें पृथ्वीच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत गेलें तरी तारांचें स्थान पालटत नाहीं. म्हणजे त्यांचें लंबन काढण्यास पृथ्वीची त्रिज्या कांहीं उपयोगी नाहीं. पृथ्वीच्या कक्षेच्या दोन टोंकांपासून तारा पाहिल्या तर मात्र त्यांचें स्थान थोडेंसें पालटलेलें दि-

सतें. म्हणून तारांचें लंबन म्हणजे त्यांवरून पृथ्वीच्या कक्षेची त्रिज्या जेवढी दिसते तें होय. हेंही लंबन फक्त सुमारें १९।२० तारांचें निघालें आहे आणि तें पृथ्वीला जी तारा फार जवळ आहे असें मागें सांगितलें तिचें मात्र १ विकला किंवा याहून किंचित् कमजास्त आहे. बाकीच्यांचें अर्धी किंवा पाव विकला किंवा त्याहूनही कमी आहे. बाकीच्यांचें लंबन निघत नाहीं. तारांचें अंतर मैलांनीं सांगण्यास फार कठिण पडतें. पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर हा मानदंडही येथें फिका पडतो. म्हणून तें सांगण्यास प्रकाशाची गति हा मानदंड योजितात. ज्या प्रकाशाला सूर्यापासून पृथ्वीवर येण्यास ८ मिनिटें पुरतात, त्यास अतिनिकट तारेपासून पृथ्वीवर येण्यास ३॥ वर्षें लागतात. आपल्या सूर्याचें बिंब वरुणाच्या कक्षेपर्यंत पसरलेलें असतें तरी तें त्या तारेवरून तेजस्वी शुक्राएवढें मात्र दिसलें असतें! पाऊण सेकंदांत पृथ्वीप्रदक्षिणा करील इतका वेगवान् कोणी प्राणी सूर्यावरून निघाला तर तो सूर्यमालेंतील शेवटचा ग्रह वरुण यास एका दिवसांत गांठील. परंतु पुढें त्यास २० वर्षेंपर्यंत ओसाड प्रदेशांतून चालावें लागेल. तेव्हां मग त्यास पृथ्वीला अतिनिकट अशी तारा भेटेल! तारांच्या अंतराविषयीं असा अजमास केला आहे कीं पहिल्या प्रतीच्या तारेपासून पृथ्वीवर प्रकाश येण्यास सरासरी १९ वर्षें लागतात. दुसऱ्या प्रतीच्या तारेवरून २८ वर्षें, तिसऱ्या प्रतीच्यावरून ४३ वर्षें व १२ व्या प्रतीच्यांवरून ३९०० वर्षें लागतात. चित्रांक १८ हा विश्वांतील तारांचा पट आहे. पहिल्या ५।६ प्रतींच्या तारांचीं पृथ्वीपासून अंतरें हीं त्यांतील २ तारांच्या अंतराइतकीं आहेत. म्हणजे ह्या नक्शांतील एका तारेपासून दुसरीपर्यंत जाण्यास प्रकाशास २०० वर्षें लागतात.

विल्यम हर्शल व त्याचा मुलगा जॉन हर्शल यांच्यासारखे वेधकार त्यांच्या पूर्वी तर झाले नाहींतच; किंबहुना आजपर्यंतही कोणी झाले नाहींत; ह्या दोघांनीं विश्वाची खानेसुमारी केली असें म्हणण्यास चिंता नाहीं. हर्शलचें मत प्रथम असें होतें कीं आकाशांत तारा सर्वत्र सारख्या पसरलेल्या आहेत. अर्थात् ज्या दिशेंत जास्त तारा दिसतील तिकडे त्या जास्त अंतरापर्यंत पसरल्या आहेत. आकाशगंगेशीं लंब अशा रेषेंत तारा थोड्या दिसतात यावरून तिकडे विश्व फार लांब पसरलेलें नाहीं, या गोष्टीस अनुसरून त्याच्या मतें विश्वरचना सामान्यतः ज्याच्या मध्यभागीं गोळाचा मध्यबिंदु आहे अशा एका गोलखंडासारखी आहे. म्हणजे गाडीच्या चाकाच्या धांवेच्या आंतळा सर्व

भाग भरीव असतां जशी आकृति दिसेल तशी आहे. आकाशगंगेचा जो पट आकाशांत सामान्यतः दक्षिणोत्तर दिसतो त्याच्या दिशेंत तो गोलखंड आहे. आकाशगंगेशीं लंब अशा पातळीनें तो मध्यावर दक्षिणोत्तर कापिला असतां जो छेद होतो तो चित्रांक १८ यांत आहे. त्यावरून हर्शलच्या मतें विश्वरचना कशी आहे हें समजेल. चित्राच्या मध्यभागीं कोठें तरी आपला सूर्य आहे. व एका बाजूस दोन फांटे दिसतात ते श्रवण नक्षत्राच्या उत्तरेस आकाशगंगेंत दोन फांटे फुटून दक्षिणेस गेलेले दिसतात ते होत. पृथ्वीपासून पहिल्या प्रतीच्या तारेचें सरासरी जें अंतर, म्हणजे १९ वर्षांत प्रकाश जें अंतर क्रमितो, तें माप घेतलें असतां विश्वाच्या गोलखंडांची जाडी १५९ मापें आणि व्यास ८५० मापें आहे. म्हणजे प्रकाशास विश्वाच्या अगदीं शेवटापासून पृथ्वीवर येण्यास सुमारें ६५०० वर्षें लागतात; विश्वाच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत व्यासाच्या दिशेनें जाण्यास १३ हजार वर्षें लागतात. आणि जाडीच्या दिशेनें जाण्यास अडीच हजार वर्षें लागतात! वाचकांनीं ह्यांचे सेकंद करून दर सेकंदास १८५००० मैलप्रमाणें विश्वविस्तार काढावा. आकाशांत तारा सर्वत्र सारख्या नाहींत. आकाशगंगेच्या दोन्ही बाजूंसही कोठें कोठें फार दाट तारकागुच्छ आहेत; व आकाशगंगेंतही कोठें खिडारें आहेत. तेव्हां ता-



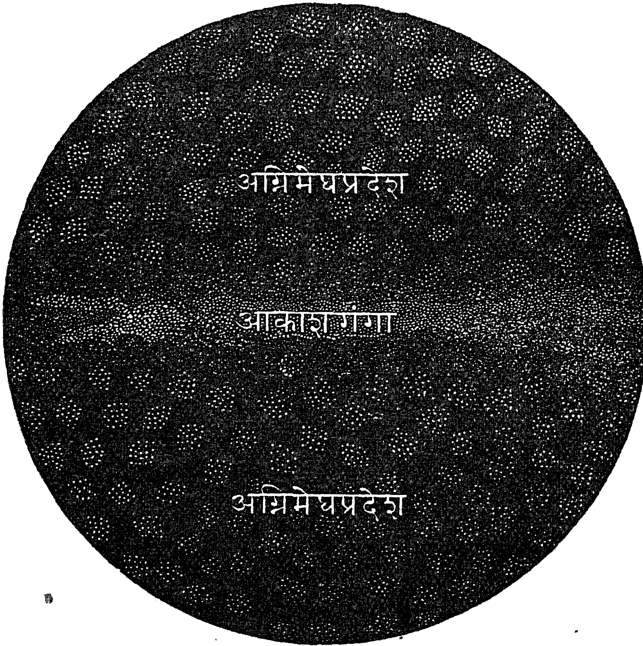
चित्रांक १८—विल्यम हर्शलच्या मतें विश्वसंस्था.

रांच्या तेजांवरून विश्वविस्तार काढिला असतां तो अधिक निर्दोष होईल, असें पुढें हर्शेल ह्यास दिसून येऊन तो तशा दृष्टीनें वेध घेऊं लागला. तेव्हां त्यास दिसून आलें कीं, पहिल्या प्रतीच्या तारेच्या ९०० पट अंतरापलीकडे आपल्या दुर्बिणीची शक्ति चालत नाहीं. म्हणजे त्याच्या पलीकडे तारा आहेतच, परंतु त्या दिसत नाहींत. या शोधावरून विश्वरचनेचें स्वरूप त्याच्या मतें बदललें नाहीं. उलटा विश्वाचा विस्तार पूर्वी अनुमित केल्याच्या दुपटीहून जास्त आहे, म्हणजे विश्वाच्या एका टोंकापासून आपल्याकडे प्रकाश येण्यास १४ हजार वर्षें लागतात, असें दिसून आलें. ही संख्या फार दिसते. तथापि हें मत पूर्वीच्या मतापेक्षां निर्दोष होय. परंतु सर्व तारांचें तेज सारखें आहे, कमजास्त अंतरामुळें तें जास्तकमी दिसतें, हा नियम सर्वांशीं खरा नव्हे. चवथ्या प्रतीच्या तारेहून पांचव्या प्रतीची एकादी तारा जवळ असेल. तथापि सामान्यतः तो नियम खरा मानण्यास हरकत नाहीं. आणि सर्व तारांचीं अंतरें प्रत्यक्ष काढतां येईपर्यंत त्याच नियमाचें अवलंबन केलें पाहिजे. प्रॉक्टरचें मत असें आहे कीं विश्वाचा विस्तार व त्याचा आकार हर्शेलनें दाखविल्याप्रमाणें नाहीं. कांहीं निरनिराळ्या तारासमूहांची वास्तवगति समान आढळते यावरून त्या त्या तारा मिळून एकेक समुदाय अशा अनेक समुदायांनीं आकाशगंगा झालेली आहे. तथापि विश्वाच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापर्यंत जाण्यास प्रकाशास हजारों वर्षें लागतात, याविषयीं सर्व ज्योतिष्यांचें एक मत आहे. प्रॉक्टरच्या मताप्रमाणें कांहीं कांहीं तारांचे समूह परस्परसंबद्ध असतील असें जोडतारांवरून दिसतें. परंतु याबद्दल जास्त शोध झाले पाहिजेत.

वरील विचारांत तेजोमेघांचा विचार आला नाहीं. दोघां हर्शेलांनीं सुमारें पांच हजार तेजोमेघांचा शोध लाविला आहे. जेथें तारा फार दाट तेथें तेजोमेघ अगदीं थोडे, आणि तारा फार पातळ तेथें दाट आहेत. आकाशगंगेच्या मध्यापासून दोहोंकडे पंधरा पंधरा अंश असा तीस अंशांचा पट्टा सगळ्या आकाशांत पसरलेला घेतला तर त्यांत आकाशाच्या एकंदर क्षेत्राचा सुमारें चतुर्थांश येतो. यांत एकंदर तारांपैकीं ९/१० आहेत व एकंदर तेजोमेघांपैकीं फक्त १/१० आहेत. इतर प्रदेशांत १/१० तारा व ९/१० तेजोमेघ आहेत.

पूर्वीच्या ज्योतिष्यांचीं मतें व आजपर्यंतचे शोध इत्यादि सर्व गोष्टींचा विचार करून न्यूकोंब नामक अमेरिकेंतील ज्योतिष्यानें विश्वसंस्थेविषयीं अशीं अनुमानें केलीं आहेतः—दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या बहुतेक तारा आकाशगंगेच्या

दिशेंत असणाऱ्या गोलखंडांत आहेत. त्या गोलखंडाचा व्यास जाडीच्या सुमारें आठ पट आहे. या प्रदेशांत तारा सर्वत्र सारख्या दाट नाहींत. त्यांचे बहुधा निरनिराळे अनियमित समुदाय आहेत. त्यांच्या मर्यादा स्पष्ट नाहींत. आणि त्यांच्यामध्यें थोडीबहुत रिकामी जागा आहे. या समुदायांत तारांची संख्या दोनपासून हजारोंपर्यंत आहे. व कांहीं लहान लहान समुदाय मिळून मोठे समुदाय झाले आहेत. आपली सूर्यमाला बहुधा ह्या प्रदेशाच्या मध्यभागीं आहे म्हणून आपल्यास सर्व दिशांस बहुधा सारख्याच दाट तारा दिसतात.



चित्रांक १९—विश्वसंस्था.

आपल्यास ६।७ हजार तारा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतात त्यांतील कृत्तिका, अरुंधतीकेश* वगैरे कांहीं गुच्छ खेरीज करून बाकी तारा आकाशांत सारख्या पसरल्या आहेत. विश्वाचा आकार वर सांगितलेल्या गोलखंडासारखा अगदीं बरोबर आहे असें नाहीं; तें त्याचें साधारण स्वरूप झालें. त्यांत मध्यें ज्या भागीं फार दाट तारा आहेत. तो आकाशगंगाप्रदेश होय. याच्या दोहों

* उत्तराफल्गुनी आणि स्वाती यांच्यामध्यें हा गुच्छ आहे.

बाजूंस फारच पातळ तारा आहेत. त्या बाजूंस त्या आकाशगंगाप्रदेशाच्या व्यासाइतक्या लांब पसरलेल्या नाहींत. तितक्या लांब कांहीं असल्यास फारच थोड्या आहेत. गोलखंडाच्या दोहों बाजूंस तेजोमेघ (अग्निमेघ) प्रदेश आहे त्यांत तारा फार क्वचित् आहेत. आकाशगंगाप्रदेशाकडे यावें तसें तेजोमेघ पातळ आहेत. ही रचना चित्रांक १९ यांत दाखविली आहे. तारासमूहाच्या रचनेविषयीं निश्चितपणें कांहीं सांगतां येत नाहीं. म्हणून चित्रांत ते कसे तरी दाखविले आहेत. आकाशगंगाप्रदेशांतले तारासमूह तिच्या व्यासाच्या दिशेंत सर्वत्र सारखे दाट पसरले आहेत किंवा एकाद्या वलयासारखे आहेत; म्हणजे मागें सांगितल्या चाकाच्या धांवेमधली सर्व जागा तारांनीं भरलेली आहे; किंवा मध्यें आपला सूर्य व त्याच्या भोंवतालीं कांहीं तारा असून भोंवतालीं कांहीं रिकामी जागा आहे, व तिच्या भोंवतालीं दाट तारा आहेत; याविषयीं अद्यापि शंका आहे. आकाशगंगेच्या बाहेरच्या प्रदेशांत कांहीं दाट तारागुच्छ दिसतात ते व तेजोमेघ हे दुसऱ्या जगांतले असावे असें कांहीं कालामागें कोणाकोणाचें मत होतें. परंतु आपल्यास हल्लीं दुर्बिणींतून जेवढें दिसतें तेवढें सर्व एकाच जगांतलें आहे आणि तें सर्व चित्रांक १९ यांत दाखविलेल्या प्रदेशांत आलें आहे असा निर्णय सांप्रत झाला आहे. मग आपल्या दृष्टीच्या बाहेर आणखी जगें असलीं तर नकळे.

विश्वसंस्थेविषयीं सांप्रत जो थोडाबहुत मतभेद आहे तो तारांचीं वास्तवतेजें किती आहेत, म्हणजे सर्व तारा सारख्या अंतरावर असत्या तर तेजांच्या प्रती कशा झाल्या असत्या याविषयीं ज्ञान बरोबर नाहीं, म्हणून आहे. परंतु कांहीं तारांचीं अंतरें बरोबर समजलीं आहेत, त्यांच्या तेजांची तुलना केल्यावरून ह्या गोष्टीचा कांहींसा निर्णय झाला आहे. व त्यांत आपल्या सूर्याहून इतर तारांचें तेज व महत्त्व कसें आहे हेंही समजलें आहे. ब्रह्महृदय ही तारा पहिल्या प्रतीच्या तारेचा उत्कृष्ट नमुना आहे. ती त्यांचें मध्यम मान दाखविते. आपला सूर्य हल्लींच्या २३६००० पट अंतरावर नेला तर ब्रह्महृदयसारखा दिसेल. परंतु पहिल्या प्रतीच्या पुष्कळ तारा ह्याच्या चौपट किंवा पांचपट अंतरावर आहेत. तितक्या अंतरावर आपला सूर्य नेला तर तिसऱ्या किंवा चवथ्या प्रतीच्या तारेएवढा दिसेल. तारांच्या वास्तव तेजाच्या सुमारें प्रती असाव्या व लहान तारांच्या हजारों पट मोठ्यांचा प्रकाश असावा, असें दिसतें. आणि अशा भेदामुळें विश्वविस्तार निश्चयानें सांगतां येत नाहीं.

चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतो, पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते, तसा आपला सूर्य व त्याच्यासारखे तारारूपी अनंत सूर्य दुसऱ्या एका महासूर्याभोंवतीं फिरत असतील असें मनांत येतें. सूर्यमालेंतले सर्व ग्रह व उपग्रह क्रांतिवृत्ताच्या जवळून फिरतात, तशा सर्व तारा आकाशगंगेच्या पातळींत एका मध्यबिंदूभोंवतीं फिरत असतील असें **कांटचें** मत होतें. परंतु असा महासूर्य असेल तर तो इतका मोठा असला पाहिजे कीं तो दिसल्यावांचून रहावयाचा नाहीं. परंतु असा एकादा पदार्थ दिसत नाहीं. आणि तारांच्या गति अगदीं अनियमित आहेत. यावरून सर्व तारांचा एक मध्य नाहीं. तारांच्या निरनिराळ्या माला एकेका महासूर्याभोंवतीं फिरत असतील व ते सूर्य फार मोठे परंतु अप्रकाशित आहेत, असें **कांटच्या** नंतर **लांबर्ट** म्हणून एक तत्त्ववेत्ता झाला त्याचें मत होतें. परंतु तारांचा समुदाय दिसत असून त्यांच्याहून फार मोठा त्यांचा महासूर्य हा तेजस्वी नसल्यामुळें दिसत नाहीं असें असणें संभवत नाहीं. कांहीं तारासमूहांची गति सारखी दिसते खरी, तरी आजपर्यंतच्या वेधांवरून ते समूह एकेका मध्याभोंवतीं फिरत असतील असें दिसून येत नाहीं. शिवाय आकाशांत एकेकट्या पसरलेल्या कांहीं तारा आहेत त्यांच्या गतीमध्यें कांहींच नियम दिसून येत नाहीं. तेव्हां निरनिराळ्या माला असणेंही संभवत नाहीं. तारांच्या अंगीं गति आहे ती नसती तर त्या सर्व एके ठिकाणीं येऊन एकदम विश्वाचा लय झाला असता. असें होणार नाहीं, इतकी त्यांच्या अंगीं गति आहे असें मत सांप्रत आहे, परंतु अल्गोल ही तारा एका अदृश्य महासूर्याभोंवतीं फिरते असें एका ज्योतिष्यानें आपल्या मतें नुकतेंच सिद्ध केलें आहे. व्याध आणि त्याची सहचरी तारा यांच्या गतींमध्यें अनियमितपणा दिसूं लागला आहे व दर्शनरेषेंतली व्याधाची गति बदलली आहे. तेव्हां त्यास उपाधि करणारा एकादा अदृश्य महासूर्य आहे कीं काय अशी शंका येऊं लागली आहे. सारांश सूर्यमालेंत जशी ईश्वराची योजना व्यवस्थित दिसते तशीच तारांमध्यें कांहीं आहे कीं काय याचा निर्णय कालांतरानें होईल तर नकळे.

विश्वरचनेमध्यें जें एके प्रकारें सादृश्य दिसून येतें त्यावरूनच तारा आपल्या सूर्यासारख्या असतील असें कांहीं वर्षांपूर्वी अनुमान होतें. परंतु वर्णलेखक यंत्रावरूनही तारांची भौतिकघटना सामान्यतः आपल्या सूर्यासारखी आहे असें दिसून आलें आहे. कांहीं तारा आपल्या सूर्याहून फार मोठ्या आहेत. कांहीं त्याच्याएवढ्या आहेत व पुष्कळ तारा त्याहून लहान आहेत. आपल्या सूर्यावर

जसे डाग दिसतात तसे कांहींवर अतिशय आहेत, व त्यामुळें त्या कधीं दिसतात कधीं दिसत नाहींत. आणि कांहीं तर जणु काय त्यांच्या निर्माणाचा हेतु पूर्ण झाल्यामुळें नष्टवीर्य आणि नष्टतेज होऊन राहिल्या आहेत.

सूर्यमालेंतील ज्योतींच्या गति इत्यादिकांविषयीं आपलें ज्ञान इतकें सूक्ष्म आहे कीं रुपयांत दमडी इतकीही कसर नाहीं म्हटलें तरी चालेल. त्यांच्या भौतिक घटनेविषयींही बरीच माहिती आहे. परंतु त्याच्या पलीकडल्या तारामंडलाविषयीं आपलें ज्ञान तितकें सूक्ष्म नाहीं, व तें थोडें आहे. तथापि विश्वविस्तार व विश्वसंस्था यांविषयीं जीं अनुमानें आहेत, त्यांत रुपयांत आण्याइतकी चूक असली तर असेल. कांहीं गोष्टींत कदाचित् यापेक्षां जास्त चूक असेल, तरी सामान्यतः तें ज्ञान पुष्कळ अंशीं खरें आहे. परंतु याच्यापलीकडे आपले विचार गेले म्हणजे अंधारांत चांचपत फिरण्यासारखी आपली स्थिति आहे म्हटलें तरी चालेल. विश्वाची उत्पत्ति, स्थिति, लय यांविषयीं आजपर्यंत पुष्कळ मतें होतीं, व हल्लींही आहेत. त्यांत शास्त्ररीत्या आज कोणतीं ग्राह्य किंवा निदान विचारणीय आहेत याविषयीं थोडेंसें पाहूं.

तेजोमेघमत:—तेजोमेघांतली उष्णता हळू हळू कमी होत जाऊन त्यांचें घनीभवन होऊन तारांची उत्पति होते, असें हर्शलचें मत होतें. कांहीं तेजोमेघांत ताराभवनाची क्रिया सुरू झाली नाहीं. कांहींत नुकतीच सुरू झाली आहे. व कांहींचे तारागुच्छ बनले आहेत. असे निरनिराळे प्रकार त्यास दिसून आले. सांप्रत वर्णलेखक यंत्रावरून तेजोमेघ हे स्वयंप्रकाश व अतितप्त वायुरूप आहेत असें दिसून आलें आहे; व त्यांच्या रूपांतराच्या निरनिराळ्या स्थिति हर्शलास आढळल्याप्रमाणें दिसून येतात. यावरून त्याच्या मतास पुष्टिकरण येतें; व तेजोमेघ हेच विश्वांतील ज्योतींचें पूर्वरूप असें दिसून येतें. **लाप्लास** म्हणून नामांकित गणिती हर्शलानंतर लवकरच फ्रान्स देशांत होऊन गेला. (त्याच्या वेळीं माहीत असलेल्या) सूर्यमालेंतील सर्व ज्योति एका दिशेनें आंसाभोंवतीं फिरतात, त्यास कांहीं कारण असलें पाहिजे, असें त्याच्या मनांत आलें. त्याचें प्रसिद्ध तेजोमेघमत असें आहे:—आपला सूर्य हा पूर्वीं एक प्रचंड तेजोमेघ होता. व त्याच्या भोंवतीं वरुणाच्या कक्षेपर्यंत पसरलेलें वातवरण होतें. व तेजोमेघद्रव्य आणि वातावरणाचें द्रव्य यांच्या अंगीं आकाशांत पुढें जाण्याची व आंसाभोंवतीं फिरण्याची गति होती. व तें हळूहळू थंड होऊन, त्या योगानें व आकर्षणनियमानें संकोच पावत होतें. व तेणेंकरून यंत्रशास्त्रा-

च्या नियमाप्रमाणें अक्षभ्रमणवेग वाढत होता. असें होतां होतां त्याच्या अगर्दी कडेच्या द्रव्याच्या अंगीं आकर्षणोत्पन्न मध्याभिगामिनी गतीपेक्षां मध्योत्सारिणी गति जास्त होऊन तें इतर द्रव्यापासून सुटून त्याचें एक वलय बनलें असावें. व तें शनीच्या वलयाप्रमाणें सूर्याच्या शेषभागाभोंवतीं फिरत राहिलें असावें, व तो शेषभाग आकुंचित होत जाऊन निरनिराळीं वलयें बनलीं असावीं. व मग त्या वलयांतील विशेष घनभागाभोंवतीं इतर भाग जमून ग्रह बनले असावे. व त्या ग्रहांतून या रीतीनेंच उपग्रह निघाले असावे. सूर्याच्या वातावरणाच्या द्रव्यांतील जो भाग फार विरल असेल त्याचें क्रांतितेज बनलें असावें.—या लाप्लासच्या मतावर कांहीं आक्षेप आहेत. कोणाचें मत आहे कीं, हें मत तत्त्वतः खरें आहे, परंतु मूळच्या तेजोमेघद्रव्याचा संकोच होतांना त्यास फारच चपटा आकार उत्पन्न होऊन त्यांतून सर्व वलयें एकदम निघून सर्व ग्रह बहुधा एका कालींच उत्पन्न झाले असावे. प्रजापति आणि वरुण यांच्या उपग्रहांच्या भ्रमणदिशा इतरांहून भिन्न आहेत, हा एक लाप्लासच्या मतावर मोठा आक्षेप आहे.

तेजोमेघ हें आकाशस्थ ज्योतींचें पूर्वरूप असें वरील मतांत आहे. त्या तेजोमेघांचीही उत्पत्ति जाणण्याचा प्रयत्न हल्लीं झाला आहे. **लॉकियर** नामक ज्योतिषी इंग्लंदांत आहे त्याचें यासंबंधी मत संक्षेपानें सांगतों.—तेजोमेघ, तारा, ग्रह, धूमकेतु, अशनि ह्यांची घटना मुख्यतः एकाच द्रव्यानें झाली आहे. आरंभीं आकाशांत एका प्रकारच्या जडद्रव्याचे अतिसूक्ष्म परमाणु पसरले होते. त्यांपासून पुढें हायड्रोजन हा अथवा हायड्रोजनसारखा ज्याचा वर्णलेख निघतो असा वायु उत्पन्न झाला. ह्यांतलें पहिलें तत्त्व तेजोमेघांमध्यें आणि सूर्याच्या अत्युष्ण भागामध्यें हायड्रोजनशीं युक्त झालेलें वर्णलेखावरून आढळतें. पृथ्वीवरील द्रव्यास अतिशय उष्णता लावून पाहिली असतांही तें उत्पन्न होत नाहीं. असो, या दोन तत्त्वांपासून सूक्ष्म रजःकण उत्पन्न झाले. त्यांत मॅग्निशिअम्, कार्बान, आक्सिजन, लोखंड, सिलिकान, गंधक हीं तत्त्वें उत्पन्न झालीं. हे रजःकण सांप्रतही आकाशांत थोडथोडके नाहींत. सुमारें दोन कोटी अशनि आकाशांतून पृथ्वीवर पडतात. त्यांचें चूर्ण करून व तें अतितप्त करून त्यांचा वर्णलेख घेतला असतां त्यांत हायड्रोजन आणि वर लिहिलेलीं तत्त्वें आढळून येतात. आकाशांत हे जे रजःकण उत्पन्न झाले त्यांस आपण अशनिपरमाणु म्हणूं. ते सारख्याच आकाराचे आहेत असें नाहीं. त्यांत आकर्षण

आणि गति असल्यामुळें त्यांचे निरनिराळे समुदाय बनून त्यांच्या अंगीं अक्षभ्रमणगति उत्पन्न होते. या रजःकणसमुदायांचें आकुंचन सुरू होऊन त्यामुळें, आणि निरनिराळ्या समुदायांचें मेलन होतांना ते परस्परावर आदळल्यामुळें त्यांत उष्णता उत्पन्न होऊन तिचें अरीभवन सुरू होतें. अशा रजःकणसमुदायांचे तेजोमेघ बनले आहेत. आणि पुढें त्यांच्या तारा बनतात. कांहीं तारांच्या वर्णलेखांवरून दिसून आलें आहे कीं त्यांचे घटक अशनिपरमाणु ३०।४० मैल अंतरावर आहेत. यावरून तेजोमेघांपासून कालांतरानें तारा बनतात या म्हणण्यास बळकटी येते. कांहीं तारांचे वर्णलेख तेजोमेघांप्रमाणें असतात. यावरून त्या तारा तेजोमेघांपासून बनून फार काळ लागला नाहीं असें दिसतें. तेजोमेघ, धूमकेतु आणि तप्त अशनिकण यांच्या वर्णलेखांमध्यें अतिशय साद्दश्य असतें. सारांश एका अतिसूक्ष्म तत्त्वापासून हैड्रोजन, त्यापासून अशनिपरमाणु, त्यांपासून तेजोमेघ, आणि त्यांपासून तारा व ग्रह उत्पन्न झाले आहेत. आणि अशनिपरमाणूंपासूनच धूमकेतु व अशनि झाले आहेत. अत्युष्ण वायुरूपस्थितींत असलेल्या गोलांचें घनीभवन होऊन पाणी व जमीन वगैरे होतात. निरनिराळीं तत्त्वें हीं हायड्रोजनचीं रूपांतरें आहेत किंवा त्यांचें सर्वांचें मूळ एक तत्त्व आहे. असो, तर ही उत्पत्तिपरंपरा आमच्या वेदादिकांतल्या जगदुत्पत्तिसरणीशीं मिळते. आकाशापासून वायु, वायूपासून अग्नि (तेज), अग्नीपासून उदकें, आणि त्यांपासून पृथ्वी अशी उत्पत्ति आमच्या वेदादिकांत आहे. अशनिपरमाणूंपासून ग्रहादिकांची उत्पत्ति झाली असें प्रॉक्टरचें मत आहे. तेजोमेघमत त्यास मान्य नव्हतें. अशनिपरमाणुमतानें रूपविकारी तारा, नव्या तारा, धूमकेतूचें पुच्छ, त्याची दिशा, यांची उत्पत्ति चांगली सांगतां येते असें लॉकियरचें म्हणणें आहे.

आकाशस्थ ज्योतींचे सूक्ष्मवेध दोन-तीनशें वर्षांतले मात्र आहेत. या थोड्याशा काळांत विश्वाच्या स्थितींत फरक पडला आहे असें दिसत नाहीं. ग्रह आणि सूर्य यांचें महत्त्व आणि स्वरूप बदललें नाहीं. तारांचें तेज कमी झालें नाहीं. आणि बहुधा तेजोमेघांचा आकार बदलला नाहीं. सूर्यापासून आपणांस उष्णता मिळते ती किंचितही कमी झाली नाहीं, व त्याच्या पृष्ठावर दिसणाऱ्या डागांचें क्षेत्रही कमीजास्त झालें नाहीं. तथापि या सर्व गोष्टी बदलणाऱ्या असल्या पाहिजेत. गतीपासून उष्णता उत्पन्न होते व अरीभवनानें उष्णतेचा सर्वकाळ व्यय होत आहे. पृथ्वीच्या पोटांतून दरसाल सुमारें २४ कोटी लक्ष

टन कोळसे निघतात. हे सर्व सूर्यावर पसरून पेटविले तर जितकी उष्णता उत्पन्न होईल त्याच्या चार कोटी पट उष्णता दर सेकंदास सूर्यापासून बाहेर पडत आहे. यांतला सुमारें सवादोन अब्जावा हिस्सा पृथ्वीस मिळतो. सर्व ग्रहांमिळून सुमारें २२॥ कोटीवा हिस्सा मिळतो. व बाकी सर्व उष्णता आकाशांत व्यर्थ जाते. तारांचा प्रकाश सूर्यासारखा किंवा त्याहूनही जास्त आहे. तेव्हां प्रकाशाच्या मानानें तारांपासूनही उष्णतेचें अरीभवन होत असलें पाहिजे. तेव्हां विश्वाच्या स्थितींत फरक होत असला पाहिजे. द्रव्य आणि शक्ति शून्यापासून उत्पन्न होऊं शकत नाहीं. व त्याप्रमाणें त्यांचा लयही होत नाहीं असा सांप्रतच्या भौतिकशास्त्राचा सिद्धांत आहे. म्हणून सूर्यामध्यें आपोआप उष्णता उत्पन्न होत नाहीं. त्याची उष्णता जाते ती त्यास कोणत्या तरी रूपानें पुन्हा मिळाल्याशिवाय अरीभवन सतत चालणार नाहीं. अरीभवन सरळरेषांनीं होतें. सूर्यापासून उष्णता जाते ती त्याकडे परत येत नाहीं. तसें होत असतें तर रात्रीं सूर्याच्या उलट दिशेनें उष्णता आपल्यास मिळाली असती. पण तसा अनुभव नाहीं. तर मग या अरीभवनानें जाणाऱ्या उष्णतेचा परिणाम तरी काय होत असावा ? ती वर सांगितलेल्या सिद्धांताप्रमाणें नष्ट तर होत नाहीं. तर ती आकाशांत सरळरेषेनें पुढें जात असली पाहिजे. ईश्वरीशक्तीनें ती कालांतरानें सूर्यास मिळणार असेल तर नकळे. सांप्रत मिळत नाहीं. तर मग सूर्यापासून सांप्रत जी अतर्क्य उष्णता बाहेर पडत आहे तिचा मोबदला त्यास कांहीं मिळतो कीं काय ही मोठी विचारणीय गोष्ट आहे.

सूर्याच्या उष्णतेच्या उत्पत्तीविषयीं अनेक मतें आहेत. एक मत असें आहे कीं सूर्य हा तप्त गोल आहे त्यापासून स्वाभाविक उष्णता बाहेर पडते. परंतु अशा रीतीनें त्याची तप्तता कमी झाली पाहिजे. त्याची विशिष्ट उष्णता पाण्यासारखी असेल तर वर्षास त्याची तप्तता फारेनहाइटचे २½ अंश कमी झाली पाहिजे. विशिष्ट उष्णता पृथ्वीच्या घटकद्रव्यांइतकी असेल तर वर्षास ५।१० अंश तप्तता कमी झाली पाहिजे. म्हणून त्यास नवीन उष्णता मिळत नसेल तर तो आजला कधींच थंड झाला असता. व तप्तता कमी होत आहे असा हल्लीं अनुभव नाहीं. दुसरें असें मत आहे कीं सूर्य हा अतितप्तद्रवरूप गोल आहे. त्याच्या पोटांतून उष्णता प्रवहणनियमानें वर येऊन बाहेर पडते. परंतु यावर वरच्या प्रकारचे व दुसरेही आक्षेप आहेत. तिसरें मत, सूर्यघटकद्रव्यांच्या कांहीं रसायनक्रियेनें उष्णता उत्पन्न होत असावी. परंतु त्यावरही अ-

नेक आक्षेप आहेत. चवथें मत असें आहे कीं सूर्यावर अशनि येऊन पडतात, आणि त्यांमुळें उष्णता उत्पन्न होते. सूर्याभोंवतीं अशनिमाला पुष्कळ फिरत आहेत. परंतु साक्षात् त्यावर पडणाऱ्या फार थोड्या असतील. आपल्या पृथ्वीइतकें ज्यांचें द्रव्य होईल इतके अशनि दर शतकांत सूर्यावर पडले तर त्याची उष्णता कायम राहील. परंतु इतके पडणें अगदीं असंभवनीय दिसतें. पांचवें मत सांप्रत बहुमान्य आहे. तें असें:—वायुरूपी पदार्थांतून उष्णता बाहेर पडते तसतसे ते आकुंचित होतात. परंतु आकुंचनानें जास्त उष्णता उत्पन्न होते. सांप्रत सूर्यांतून जितकी उष्णता जाते तितकी उत्पन्न होण्यास त्याचा व्यास दरसाल सुमारें २२०फूट म्हणजे शतकांत सुमारें ४ मैल कमी झाला म्हणजे पुरें आहे. याप्रमाणें पाहिलें असतां मागें केव्हां तरी सूर्याचा विस्तार वरुणापर्यंत असला पाहिजे. व यावरून सूर्य हा तेजोमेघरूपानें होता व त्यापासून ग्रहगोल उत्पन्न झाले या मताची संभवनीयता दिसते. सूर्याचा मूळचा विस्तार अति मोठा मानिला तरी त्यास वरील नियमानें सांप्रतचा आकार प्राप्त होण्यास फार तर १८० लक्ष वर्षें लागलीं असतील असें निघतें. आकुंचनमताप्रमाणें वायुरूप गोलाच्या आकुंचनास मर्यादा आहे. कांहीं कालानें सूर्य द्रवरूप होईल; व तेव्हां आकुंचन बंद होईल. व तेव्हांपासून त्याच्या उष्णतेच्या संचयांत भर न पडतां ती कमी होऊं लागेल. पृथ्वीवरील प्राण्यादिकांचें पोषण होण्याजोगी उष्णता सूर्यापासून फार तर आणखी १ कोटि वर्षें बाहेर पडेल. अरीभवन कमी होईल तसतसे कार्बानापासून उत्पन्न झालेले संयुक्त वायु सूर्याभोंवतीं जमूं लागतील. शेवटीं ते अतिशय जमतील तेव्हां किरणनिगिलन फार होऊं लागून सूर्य रक्तासारखा लाल दिसूं लागेल. व शेवटीं अप्रकाशित होईल. त्याजवर पृथ्वीप्रमाणें कवच बनेल. व त्यापासून इतर गोलांस उष्णता मिळेनाशी होईल. कांहीं तारा अशा झाल्या आहेत; आपला चंद्र तर कधींच अगदीं थंड झाला असावा. पृथ्वीही प्रथम वायुरूप होती. तिचें सूर्याप्रमाणें रूपांतर होऊन पुढें तिजवर कवच बनलें असावें. सूर्यमालेंतले ग्रह मागें सांगितल्याप्रमाणें एकदमच बनले असावे. परंतु त्यांतले लहान आहेत ते अगोदर थंड होतील, मोठ्यांस जास्त काळ लागेल असें दिसतें. गुरु, शनि व त्याच्या पलीकडचे ग्रह यांजवर अजून कवच उत्पन्न झालें नसावें. कवच बनल्यावर उष्णता बाहेर पडण्याचें मान एकदम फार कमी होतें. पृथ्वीच्या कवचांत जसजसें खोल जावें तसतशी उष्णता वाढत जाते. थोड्याच मैलां-

खालीं ती इतकी असेल कीं आंतले सर्व पदार्थ वितुळलेले असतील. तथापि तेथील उष्णता कवचांतून उष्णतेच्या वाहकताधर्माप्रमाणें फार थोडीच पृष्ठभागीं येते. सूर्याची उष्णता नसेल तर केवळ आंतल्या उष्णतेनें प्राण्यांचें पोषण होणें कठिण.

तेजोमेघमताप्रमाणें ग्रह आणि तारा मूळच्या तेजोमेघरूपी होत्या व त्यांचें द्रव्य किंवा अशनिपरमाणु प्रथम आकाशांत सर्वत्र पसरलेले होते असें संभवतें. परंतु तेजोमेघांचे आकार नियमित नाहींत. जोडतारांच्या कक्षा पाहिजे त्या दिशांत आहेत यामुळें तेजोमेघांपासून आपल्या सूर्यमालेप्रमाणें नियमित व व्यवस्थित माला उत्पन्न होण्याची अडचण दिसते. शिवाय सूर्याभोंवतीं उत्पन्न झालेल्या वलयाचा ग्रह कसा बनेल हें समाधानकारकरीतीनें समजत नाहीं. याप्रमाणें तेजोमेघमतावर आक्षेप आहेत. सूर्य आकुंचित झाला किंवा तेजोमेघांपासून तारा बनल्या, असें प्रत्यक्ष दिसून येईपर्यंत याविषयीं खात्री होणार नाहीं.

आकुंचनानें सूर्यामध्यें नवीन उष्णता उत्पन्न होते हें मत तेजोमेघमतास अनुकूल आहे, परंतु त्यावरही आक्षेप आहेत. आकुंचनानें उत्पन्न झालेली उष्णता सर्व सूर्यगोलांत पसरली पाहिजे. वाहकताधर्माप्रमाणें ती पृष्ठभागीं येईल तेव्हां बाहेर पसरेल. परंतु अरीभवनानें जितकी उष्णता जाते तितकी पृष्ठभागीं येण्याजोगीं द्रव्यें सूर्यगोलांत नाहींत. शिवाय त्या मताप्रमाणें पृथ्वीवर पाणी उत्पन्न झाल्यास सुमारें १ कोटि वर्षें झालीं आहेत. आणि सूर्याचेंही वयोमान फार तर २ कोटि वर्षें आहे. परंतु भूस्तरविद्येसंबंधी शोधावरून दिसून येतें कीं पृथ्वीच्या कवचांत जे थर आहेत ते फार जलद बनले असले तर त्यांस निदान ७ कोटि वर्षें झालीं असतील व सावकाश बनले असले तर त्यांस ५८ कोटि वर्षें झालीं असावीं. कोणाचें मत तर तेजोमेघमताप्रमाणें सूर्यापासून पृथ्वी निराळी झाल्यास सुमारें ६०० कोटि वर्षें झालीं आहेत. हा काल आमच्या ज्योतिःशास्त्राप्रमाणें जगदुत्पत्तीपासून प्रलय होण्यास ४३२ कोटि वर्षें लागतात त्यापेक्षांही जास्त आहे. सूर्यापासून उष्णता कशी उत्पन्न होते याविषयीं डा० **सायमेन्स** याचें मत थोडक्यांत सांगतोंः—आकाशांत पाण्याची वाफ आणि कार्बान वायूपासून झालेलीं मिश्रणें अतिसूक्ष्म रीतीनें पसरलेलीं आहेत. सूर्यापासून उष्णता बाहेर पडते तिच्या योगानें त्या पदार्थांचें पृथक्करण होतें. त्यापासून उत्पन्न होणारे वायु सूर्याच्या अक्षभ्रमणाच्या अति वे मुळें त्याच्या ध्रुवप्रदेशाकडे ओढले जातात. त्यांची घनता आणि उष्णता

ढतां वाढतां त्यांच्या अंगीं दहनयोग्यता येऊन ते वेगानें जळूं लागतात. आणि त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या पाण्याच्या वाफा व कार्बोनची मिश्रणें सूर्याच्या विषुववृत्ताकडे येऊन मध्योत्सारिणीगतीमुळें पुन्हां बाहेर पडतात. या रीतीनें सूर्यापासून जितकी उष्णता बाहेर जाते तितकी, किंबहुना जास्तच उत्पन्न होते, असेंही डा० सायमेन्सनें गणितानें दाखविलें आहे. हें मत खरें असेल तर सूर्यमालेचा लय होण्यास लागणारा काल अनंत आहे.

ज्या आकाशस्थ ज्योतींवर प्राण्यांची वस्ती आहे त्यांस आपण **लोक** असें म्हणूं. असे लोक आपल्या भूलोकाप्रमाणें किती आहेत याविषयीं कांहीं अनुमानें मागें केलीं आहेत. आपल्या सूर्यमालेप्रमाणें तारामालांतही ग्रह असतील व त्यांपैकीं कांहींवर प्राणीही असूं शकतील, परंतु याविषयीं निश्चयात्मक कांहीं सांगतां येत नाहीं. कल्पानातरंगाबरोबर कोणी मंगळावर जाऊन असें वर्तमान घेऊन आले आहेत कीं तेथील हवापाणी आपल्यापेक्षां सुखकर आहे. तेथलि वनस्पति तांबड्या आहेत. तेथील मनुष्यांचें आयुष्य आपल्यापेक्षां जास्त आहे. तीं आपल्याहून फारच ज्ञानवृद्ध आहेत. त्यांनीं मोटमोठे कालवे खणले आहेत. मंगळावर मोठमोठे गणितज्ञ ज्योतिषी आहेत. त्यांचीं यंत्रें आपल्याहून फार सूक्ष्म आहेत. पृथ्वीवर आपल्यासारखे बुद्धिमान् प्राणी आहेत, हें त्यांस पुष्कळ काळ कळलें आहे. इतकेंच नाहीं, तर मंगळावर कांहीं भूमितींतल्या आकृति वगैरे दिसतात त्या त्यांनीं आमच्याशीं बोलणें सुरू करण्याकरितां केलेल्या खुणा आहेत. हें वर्तमान सर्व खोटेंच असेल असेंही म्हणवत नाहीं. तथापि याविषयीं प्रत्यक्षप्रमाण कांहींच नाहीं, हें ध्यानांत ठेविलें पाहिजे. तोफेचा गोळा तीन सेकंदांत सुमारें १ मैल जातो. याच्या २१ पट वेगानें पृथ्वीवरून विमान निघालें तर तें पृथ्वीच्या आकर्षणांतून पार पडेल, परंतु लागलेंच सूर्याच्या तडाक्यांत सांपडेल. सारांश विमानादिकांतून मंगळादिकांवर जाणें ह्या केवळ कल्पनाच आहेत हें सांगणें नको. ज्योतिःशास्त्रांतले सिद्धांत हे वेधसिद्ध गोष्टींवरून स्थापित होणारे आहेत. मनुष्याची वेधशक्ति किती वाढेल व तो काय काय शोध करील याची कल्पना करवत नाहीं. थोड्याच कालापूर्वी विश्वाच्या अनंतत्वाविषयीं जितकें ज्ञान होतें त्यापेक्षां सांप्रत त्या अनंतत्वामध्यें पुष्कळ प्रवेश झाला आहे. तरी आपल्या प्राचीन ऋषींनीं म्हटल्याप्रमाणें विश्वाचा विस्तार, स्थिति आणि लय ह्याविषयीं आपल्यासही आज असेंच म्हटलें पाहिजे कीं, "पृथ्वीचा[1] अंत आणि भुवनाचा नाभी कोठें आहे हें मी विचारतों." "हीं[2] विविधसृष्टि कशापासून झाली, कशाकरितां झाली, हें कोण सांगूं शकतो?" "हें सर्व ज्यानें जाणलें असेल, असा कोणी असल्यास त्यास येथें येऊन तें सांगूं द्या." "यो[3] सर्वांचा अध्यक्ष परमाकाशामध्यें आहे तोच हें जाणतो."

१–ऋग्वेदसंहिता १.१६४. ३४. २–तैत्तिरीय ब्राह्मण २.८.९. ३–ऋ. सं० १.१५.६.

परिशिष्ट पहिलें.

इ. स. १९०५ च्या आरंभीचे कांहीं तारांचे विषुवांश आणि क्रांति यांचें को०
(उ=उत्तर, द=दक्षिण. क्रांतिगति + म्हणजे उत्तर आणि − म्ह० दक्षिण समजावी.)
ह्यांतील वर्षगती वरून इतर कोणत्याहि वर्षीचे विषुवांश आणि क्रांति निघेल.

तारांचीं नावें.		प्रत	विषुवांश (होरात्मक)				क्रांति.			
भारतीय.	युरोपियन		तास	मिनि.	सेकंद	वर्षगति सेकंद	अंश	कला	विकला	वर्षगति विकला
ध्रुवमत्स्य	अर्सामायनर									
१	बीटा.	२.२	१४	५०	५८.६	−०.२१	उ.७४	३२	३७.५	−१४.७
२	ग्यामा.	३.१	१५	२०	५२.५	−०.१२	उ.७२	१०	११.३	−१२.८
३	झीटा.	४.३	१५	४७	२६.२	−२.२३	उ.७८	५	१३.१	−११.०
४	ईटा	५	१६	२०	१६.१	−१.८४	उ.७५	५८	२८.६	−८.४
५	एपसिलान	४.४	१६	५५	४०.७	−६.२९	उ.८२	११	४०.०	−५.६
६	डेल्टा.	४.४	१८	५	५५.३	−१९.५१	उ.८६	३६	४९.६	+०.२
७ ध्रुव	आल्फा	२.१	१	२४	४१.९	+२६.२२	उ.८८	४८	०.३	+१८.७
ऋक्ष (सप्तर्षि)	अर्सामेजर									
१ पुलह	बीटा	२.४	१०	५६	६.९	+३.६४	उ.५६	५३	३०.४	−१९.३
२ क्रतु	आल्फा	२.०	१०	५७	५२.४	+३.७५	उ.६२	१५	५०.४	−१९.३
३ पुलस्त्य	ग्यामा	२.५	११	४८	५०.३	+३.१६	उ.५४	१३	२२.७	−२०.०
४ अत्रि	डेल्टा	३.४	१२	१०	४३.८	+२.९४	उ.५७	३३	३७.५	−२०.०
५ अंगिरा	एपसिलान्	१.८	१२	४९	५१.१	+२.६४	उ.५६	२८	३१.४	−१९.६
६ वसिष्ठ	झीटा	२.१	१३	२०	६.२	+२.४१	उ.५५	२५	१७.०	−१८.८
६ अ अरुंधति	८०	४.२	१३	२१	२५.४	+२.४०	उ.५५	४१	९.३	−१८.८
७ मरीचि	ईटा	१.९	१३	४३	४७.९	+२.३८	उ.४९	४७	१४.०	−१८.०
१ यमुना	आल्फा एरिडानि	> १	१	३४	१०.६	+२.२२	द.५७	४३	९.६	+१८.४
अश्विनी										
१	ग्यामा एराइटीज	४।३	१	४८	१८.२	+३.२७	उ.१८	४९	४७.०	+१७.९
२	बीटा ”	२.७	१	४९	२३.४	+३.३१	उ.२०	२०	३७.०	+१७.८
३	आल्फा ”	२.२	२	१	४८.९	+३.३६	उ.२३	०	५८.५	+१७.३
भरणी										
१	३५ एराइटीज	४	२	३७	५१.२	+३.३९	उ.२७	१८	१०.६	+१५.४
२	३९ ”	४	२	४२	१९.०	+३.५०	उ.२८	५१	१०.६	+१५.३
३	४१ ”	३.७	२	४४	२३.६	+३.५५	उ.२६	५२	६.८	+१४.९
कृत्तिका										
१ दुला	१७ टारी	४।५	३	३९	१३.८	+३.५५	उ.२३	४८	[illegible]	+११.५
२ निनत्नी	१९ ”	५	३	३०	३२.९	+३.५५	उ.२४	१०	[illegible]	+११.५
३ अभ्रयन्ती	२० ”	५	३	४०	१०.१	+३.५५	उ.२४	४	[illegible]	+११.४
४ मेघयंती	२३ टारी	४।५	३	४०	४१.१	+३.५५	उ.२३	३९	९.२	+११.४
५ अंबा	२५ ईटा टारी	३	३	४१	५०.१	+३.५६	उ.२३	४८	४२.२	+११.४

६ वर्षयंति	२७ टारी	४	३	४३	३०.५	+३.५५	उ.२१	४५	४०.१	+११.९
७ बुबुणिका	२८ ,,	६	३	४२	३१.८	+३.५५	उ.२३	४६	४०.५	+११.२
रोहिणी										
१	ग्यामाटारी	३.९	४	१४	२३.१	+३.४१	उ.१५	२३	५५.०	+८.९
२	डेल्टा ,,	४	४	१७	२८.१	+३.४६	उ.१७	१९	५४.२	+८.८
३	एप्सिलान् ,,	३.७	४	२२	४.१	+३.४९	उ.१८	५८	१२.७	+८.२
४	थीटा ,,	४.५	४	२३	८.५	+३.४२	उ.१५	४५	६.९	+८.३
५	आल्फा ,,	१.१	४	३०	२८.१	+३.४२	उ.१६	१९	७.१	+७.६
ब्रह्महृदय	आल्फाऑरिगा	>१	५	९	४०.२	+४.४२	उ.४५	५४	६.७	+४.४
अग्नि	बीटाटारी	१.८	५	२०	१७.१	+३.७९	उ.२८	३१	३९.६	+३.५
मृग	ओरायन									
१	बीटा ,,	>१	५	९	५८.३	+२.८८	द.८	१८	३१.६	+४.१
२	ग्यामा ,,	१.७	५	२०	२.१	+३.२२	उ.६	१५	५०.४	+३.५
३	डेल्टा ,,	२४	५	२७	६.२	+३.०६	द.०	२२	८.७	+१.९
४	फाय१ ,,	४।५	५	२९	३६.०	+३.२२	उ.९	२५	११.१	+१.८
५	लांबडा ,,	४	५	२९	५४.२	+३.३०	उ.९	५१	३०.८	+२.८
६	४२ थीटा ,,	४	५	३०	३६.२	+२.९४	द.५	१७	४.७	+२.७
७	४२ सी ,,	५	५	३०	४१.९	+२.९६	द.४	५२	५५.६	+२.७
८	४४ आयोटा ,,	३	५	३०	४७.२	+२.९३	द.५	५८	५८.९	+२.५
९	एप्सिलान् ,,	१.७	५	३१	२१.६	+३.०४	द.१	१५	३१.९	+२.५
१०	फाय२ ,,	५।४	५	३१	३३.२	+३.२१	उ.९	१४	२३.६	+२.४
११	झीटा ,,	२.०	५	३५	५७.९	+३.०३	द.१	५९	११.२	+२.१
१२	कपा ,,	२.२	५	४३	१५.०	+२.८४	द.९	४१	१०.२	+१.५
१३	आल्फा ,,	१.२	५	५०	१.७	+३.२५	उ.७	२३	२१.१	+०.९
प्रजापति	डेल्टाऑरिगा	४.५	५	५१	४१.६	+४.९३	उ.५४	१६	५०.९	+१.०
अगस्त्य	आल्फाआर्गुस	>१	६	२१	५०.६	+१.३३	द.५२	३८	३७.१	−१.९
आर्द्रा	ग्यामाजेमिनोरम्	१.९	६	३२	१३.५	+३.४६	उ.१६	२८	५०.४	−२.८
व्याध	आल्फाक्यानिस्मेजर	>१	६	४०	५७.६	+२.६८	द.१६	३५	७.२	−३.६
पुनर्वसु										
१	आल्फा२जेमिनोरम्(क्यास्टर)	२.७	७	२८	३२.४	+३.८५	उ.३२	५	५१.१	−७.६
२	बीटाजेमिनोरम्(पोल्लक्स)	१.२	७	३९	३०.३	+३.७२	उ.२८	१५	२१.८	−८.४
३	डेल्टाक्यान्सिमायनारिस	३.१	७	२२	०.१	+३.२६	उ.८	२८	५२.१	−७.०
४	आल्फाक्यानिस्मायनारिस्	>१	७	३४	१९.८	+३.१९	उ.५	२८	६१	−८.०

पुष्य-										
१	२९ कांक्री	४	८	२४	३९.०	+३.४६	उ.२०	२०	३९.२	-१२.४
२	ग्यामाकांक्री	४.८	८	२७	४७.४	+३.४९	उ.२१	४८	३७.८	-१२.७
३	डेल्टाकांक्री	४	८	२९	१७.०	+३.४०	उ.१८	३०	१९.०	-१२.७
आश्लेषा										
१	डेल्टाह्यायड्री	४.२	८	३२	३८.७	+३.१७	उ.६	२	६.४	-१२.४
२	सिग्मा ,,	५	८	३३	४७.९	+३.१४	उ.३	४०	३६.६	-१२.३
३	ईटा ,,	५	८	३८	१५.८	+३.१४	उ.३	४४	२८.९	-१२.६
४	एपसिलान ,,	३.५	८	४१	४४.८	+३.१९	उ.६	४६	३.८	-१३.०
५	झीटा ,,	३.२	८	५०	२२.४	+३.१०	उ.६	१८	२६.८	-१३.६
मघा										
१	ईटा लीआनिस	३.४	१०	२	९.३	+३.२८	उ.१७	१३	३४.७	-१७.४
२	ए ,,	५.०	१०	२	५१.६	+३.१८	उ.१०	२७	५०.५	-१७.५
३	आल्फा ,,	१.३	१०	३	१८.८	+३.२२	उ.१२	२५	५४.२	-१७.५
४	झीटा ,,	४.५	१०	११	२४.७	+३.२५	उ.२३	५३	३०.९	-१७.८
५	ग्यामा ,,	२.५	१०	१४	४४.२	+३.२९	उ.२०	१९	२०.३	-१८.०
पूर्वाफल्गुनी										
१	डेल्टालिआनिस	२.६	११	९	३.५	+३.१९	उ.२१	५	३९.४	-१९.६
२	थीटा ,,	३.४	११	९	१५.४	+३.१६	उ.१५	५६	५६.१	-१९.६
उत्तराफल्गुनी										
१	९३ लिआनिस	४	११	४३	५.९	+३.११	उ.२०	४४	४९.५	-२०.१
२	बीटा ,,	२.२	११	४४	१२.९	+३.१०	उ.१५	६	११.४	-२०.०
हस्त	कार्व्ही									
१ कनिष्ठिका	आल्फा ,,	४.५	१२	३	३०.२	+३.०७	द.२२	११	४९.०	-२०.०
२ अनामिका	एपसिलान ,,	३.२	१२	५	१४.२	+३.०९	द.२२	५	२९.२	-२०.०
३ मध्यमा	ग्यामा ,,	२.७	१२	१०	५५.१	+३.०९	द.१७	०	५१.८	-२०.०
४ तर्जनी	डेल्टा ,,	३.१	१२	२४	५६.९	+३.११	द.१५	५९	११.६	-१९.९
५ अंगुष्ठ	बीटा ,,	३.०	१२	२९	२३.७	+३.१४	द.२२	५२	१७.१	-१९.९
त्रिशंकु स्वस्तिक	क्रुक्स									
१	डेल्टा ,,	३.१	१२	१०	६.०	+३.१७	द.५८	१३	१४.६	-२०.०
२	आल्फा ,,	१.०	१२	२१	१८.५	+३.३१	द.६२	३४	२१.५	-२०.०
३	ग्यामा ,,	१.६	१२	२५	५३.४	+३.३०	द.५६	३४	५२.१	-१९.९
४	बीटा ,,	१.५	१२	४२	९.९	+३.४०	द.५९	१०	१०.१	-१९.७
दक्षिणार्क्ष										
१	थीटाआर्गुस नेव्हिस	३.०	१०	३९	३३.२	+२.१२	द.६३	५३	४१.४	-१८.८
२	ईटा ,,	१.७	१०	४१	२२.४	+२.३२	द.५९	११	५.१	-१८.९
३	डेल्टा सेंटारी	२.८	१२	३	२५.९	+३.१०	द.५०	११	३६.३	-२०.०
४	ग्यामा ,,	२.४	१२	३६	१६.४	+३.२१	द.४८	२६	१७.४	-१९.८

५	एप्सिलान्	२·६	१३	३३	५१·८	+३·७८	द·५२	५९	०·९	-१८·४
६	बीटा ,,	> १	१३	५७	६·८	+४·२०	द·५९	५४	५३·५	-१७·५
७	आल्फा२ ,,	१·०	१४	३३	९·२	+४·५२	द·६०	२६	२८·२	-१५·७
आपस्	ग्यामाव्हर्जिनिसु	३·५	१२	३६	५०·७	+३·०८	द· ०	५५	३९·५	-१९·८
अपांवत्स	थीटाव्हर्जिनिसु	४·४	१३	५	१·८	+३·१०	द·५	१	५४·[illegible]	-१९·२
चित्रा	आल्फा ,,	१·२	१३	२०	११·२	+३·१६	द·१०	३९	५५·[illegible]	-१८·८
स्वाति	आल्फाबुटस्	> १	१४	११	१९·७	+२·८१	उ·१९	४०	३६·४	-१६·८
विशाखा										
१	आल्फा२लिब्री	२·९	१४	४५	३७·३	+३·३२	द·१५	३८	५०·१	-१५·०
२	आयोटा ,,	४·७	१५	६	४८·२	+३·४२	द·१९	२५	५५·२	-१३·७
३	बीटा ,,	२·८	१५	११	५३·६	+३·२३	द·९	१	[illegible]	-१३·४
४	ग्यामा ,,	४·५	१५	३०	१२·२	+३·३४	द·१४	२८	२७·८	-१२·३
अनुराधा										
१	रोस्कार्पियार्य्	५·४	१५	५१	०·४	+३·६८	द·२८	५६	२४·९	-११·०
२	पाय् ,,	३·१	१५	५३	६·२	+३·६२	द·२५	५०	२७·४	-१०·५
३	डेल्टा ,,	२·५	१५	५४	४२·८	+३·५४	द·२२	२१	६·०	-१०·४
४	बीटा १ ,,	२·७	१५	५९	५४·६	+३·४८	द·१९	३२	३४·६	-१०·०
ज्येष्ठा										
१	सिग्मास्कार्पिआय	३·१	१६	१५	२४·७	+३·६४	द २५	२१	५४·५	-८·८
२	आल्फा ,,	१·२	१६	२३	३४·८	+३·६७	द २६	१३	१७·५	-८·२
३	टो ,,	२·९	१६	२१	५८·०	+३·७३	द·२८	१	९·५	-७·७
मूळ										
१	एप्सिलान् स्कार्पिआय्	२·३	१६	४४	०·५	+३·९३	द ३४	७	१६·६	-६·५
२	म्यू१ ,,	३	१६	४५	२५·८	+४·०५	द ३७	५३	११·६	-६·७
३	म्यू २ ,,	४	१६	४५	५३·७	+४·०५	द ३७	५१	२७·६	-६·६
४	झीटा१ ,,	४·५	१६	४७	१७·०	+४·२१	द·४२	१२	२२·३	-६·५
५	झीटा२ ,,	३	१६	४७	५५·१	+४·११	द·४२	११	४३·८	-६·५
६	ईटा ,,	३·५	१७	५	२०·०	+४·२८	द·४३	६	४१·०	-५·०
७	अप्सिलान् ,,	२·८	१७	२४	१८·१	+४·०८	द·३७	१३	११·४	-३·१
८	लोबडा ,,	१·८	१७	२७	९·४	+४·०७	द·३७	२	५·४	-२·९
९	थीटा ,,	२·०	१७	३०	२९·४	+४·३१	द·४२	३६	१५·८	-२·६
१०	कपा ,,	२·६	१७	३५	५५·०	+४·१५	द·३८	५८	५२·२	-२·१
११	आयोटा ,,	३·१	१७	४०	५६·४	+४·१९	द·४०	५	२६·१	-१·७
पूर्वाषाढा										
१	बि·अ·क्या· ६१२७	५	१८	२	४·०	+३·८०	द·२९	५२	५·१	+०·१

२	डेल्टा साजिटेरि आयू	} २·८	१८	१४	५४·७	+३·८४	द·२९	५२	८·०	+१·३
३	एपसिलान ,,	१·९	१८	१७	५२·०	+३·९९	द·३४	२५	४७·२	
४	लांबडा ,,	२·९	१८	२२	६·५	+३·७१	द·२५	२८	२८·८	
अभिजित्										
१	आल्फा लिरि	> १	१८	३३	४१·३	+२·०१	उ ३८	४१	४१·८	·
२	एप्सिलान् ,,	४	१८	४१	४१·०	+१·९८	उ·३९	३४	८·८	+२
३	झीटा१ ,,	५	१८	४१	९९·७	+२·०६	उ·३७	३०	१८·०	+३·५
उत्तराषाढा										
१	फायूसाजिटेरी	३·३	१८	३९	४३·३	+३·७५	द·२७	५	११·६	+३·५
२	सिग्मा ,, आयू	२·१	१८	४९	२२·५	+३·७२	द·२६	२४	५४·६	+४·३
३	झीटा साजिटेरी आयू	} २·७	१८	५६	३४·१	+३·८२	द·३०	०	५९·२	+४·९
४	टो ,,	३·५	१९	१	०·१	+३·७५	द·२७	४८	३४·८	+५·३
श्रवण										
१	ग्यामा आक्विली	२·८	१९	४१	४४·६	+२·८५	उ १०	२२	५२·०	+८·६
२	आल्फा ,,	> १	१९	४६	८·९	+२·९२	उ ८	३७	१·३	+९·०
३	बीटा ,,	३·९	१९	५०	३८·८	+२·९४	उ·६	१०	८·९	+९·३
धनिष्ठा										
१	बीटा डेल्फिनी	३।२	२०	३३	८·४	+२·८१	उ १४	१५	४७·३	+१२·३
२	थीटा ,,	४।५	२०	३४	१५·०	+२·८३	उ·१२	५८	३१·६	+१२·४
३	आल्फा ,,	३·९	२०	३५	१२·६	+२·७८	उ·१५	३४	३६·४	+१२·६
४	डेल्टा ,,	४	२०	३९	१·७	+२·८०	उ·१४	४३	[illegible]	+१२·७
५	ग्यामा ,,	४	२०	४२	१५·२	+२·८८	उ·१५	४७	४·६	+१२·९
१ हंस	आल्फा सिग्नि	१·३	२०	३८	११·६	+२·०४	उ·४४	५६	२६·१	+१२·८
शतभिषक्	लांबडा आक्वेरी आयू	} ३·९	२२	४७	३९·५	+३·१३	द·८	५	६·९	+१९·०
१ याम्यमत्स्य	आल्फापिसिआस्टेस	} १·३	२२	५२	२४·२	+३·३०	द ३०	७	३३·२	+१९·२
पूर्वाभाद्रपदा										
१	बीटा पिगासी	२·७	२२	५९	१०·१	+२·८९	उ·२७	३४	२४	+१९·३
२	आल्फा ,,	१·६	२३	०	१·७	+२·९८	उ·१४	४१	२८·४	+१९·४
उत्तराभाद्र०										
१	आल्फा आंड्रोमिडी	२·१	०	३	२८·५	+३·०८	उ·२८	३३	५०·४	+२०·१
२	ग्याम्मा पिगासी	२·९	०	८	२०·६	+३·०९	उ·१४	१९	१९·६	+२०·०
रेवति										
१	३४ पिसियम	६·०	०	२०	३१·९	+३·०७	उ·१	२४	४८·९	+२०·०
२	१० सेटि	६·०	०	२१	४४·८	+३·०७	द·०	३४	३२·०	+२०·०

३	१२ सेटि	६-२	०	२५	११-४	+३-०६	दृ-४	२८	५५-७	+२०-०
४	११३ ब्रि-अ-क्या	६	०	२५	१५-६	+३-०८	उ-४	२०	२-८	+१९-८
५	५१ पिशियम	६	०	२७	२९-४	+३-०८	उ-६	१५	५३-६	+१९-८
६	१३ सेटि	५-५	०	३०	२१-६	+३-१०	दृ-४	७	०	+१९-८
७	१४ सेटि	६	०	३०	३९-८	+३-०६	दृ-१	१	४१-६	+१९-
८	१७४ ब्रि-अ-क्या	६	०	३५	५१-९	+३-०५	दृ-४	५२	२२-७	+१९-
९	२०५ ”	६	०	४०	३९-१	+३-५०	दृ-५	३८	५५-८	+१९-
१०	६० पिशिअम	६	०	४२	२८-७	+३-१०	उ-६	१३	२१-२	+१९-५
११	६२ ”	६	०	४३	२१-५	+३-१०	उ-६	४६	५१-६	+१९-६
१२	२२१ ब्रि-अ-क्या	६	०	४३	२३४	+३-१०	उ-४	४७	४२-६	+१९-६
१३	डेल्टा पिशिअम	४-६	०	४३	४५-२	+३-१०	उ-७	४	५-४	+१९-७
१४	२० सेटि	५	०	४८	६-१	+३-६	दृ-१	३९	३३-५	+१९-
१५	२७४ ब्रि-अ-क्या	६	०	५४	५४-१	+३-१०	उ-५	५८	१५-९	+१९-५
१६	एप्सिलान पिशिअम	४-५	०	५८	०-७	+३-१२	उ-७	२२	४३-६	+१९-४
१७	२५ सेटि	६	०	५८	१४-६	+३-०४	दृ-५	२०	३५-२	+१९-४
१८	७३ पिशिअम	६	०	५९	५६-३	+३-११	उ-५	८	५०-१	+१९-४
१९	७७ पिशिअम	६	१	०	५४-१	+३-१०	उ-४	१४	१-१	+१८-६
२०	८० द् ”	५।६	१	३	२८-४	+३-०८	उ-५	८	२८-४	+१९-४
२१	३२ सेटि	६	१	५	४०-२	+३-०८	उ-१	५६	२६-६	+१९-२
२२	झीटा पिशिअम	५-४	१	८	४६-०	+३-१२	उ-७	४	२२-३	+१९-२
२३	८८ ”	६	१	९	४५-६	+३-१०	उ-६	२९	३४-५	+१९-१
२४	३८ सेटि	६	१	९	५०२	+३-०६	दृ-१	२९	८-५	+१९-१
५	३९ ”	६	१	११	४७२	+३-०५	दृ-२	५९	५७-४	+१९-१
	४० ”	६	१	११	५८-०	+३-०५	दृ-२	४६	२६-६	+१९-१
	एफ् पिशिअम	५	१	१२	५३-६	+३-०८	उ-३	६	५१-२	+१९-०
	४२ सेटि	६	१	१४	५६-७	+३-०६	दृ-१	०	१९-७	+१९-१
	म्यू पिशिअम	५	१	२५	१२-२	+३-१३	उ-५	३९	१३-८	+१८-५
	न्यू ”	४-७	१	३६	२९-२	+३-१२	उ-५	०	२९-५	+१८-३
	५३० ब्रि-अ-क्या	६	१	४१	१३-२	+३-०१	दृ-६	१२	२४-९	+१८-२
३२	क्षी पिशिअम	४	१	४८	३०-७	+३-०२	उ-२	४३	२-७	+१७-

मध्यम रवीचे होरात्मक विषुवांश. ई. स. १९०५

महिना	तारीख	तास	महिना	ता०	तास	महिना	ता०	तास
जानुआरी	६	१९	मे	७	३	सपटेंबर	६	११
”	२१	२०	”	२३	४	”	२१	१२
फेब्रुआरी	५	२१	जून	७	५	आक्टोबर	७	१३
”	२०	२२	”	२२	६	”	२२	१४
मार्च	७	२३	जुलै	७	७	नोव्हेंबर	६	१५
”	२२	२४	”	२२	८	”	२१	१६
एप्रील	७	१	आगष्ट	७	९	डिसेंबर	६	१७
”	२२	२	”	२२	१०	”	२२	१८

मध्यम रवीचे विषुवांश रोज सुमारें ४ मिनिटांनीं वाढतात. या हिशोबानें ते कोणत्याही दिवशींचे काढतां येतील.

जेव्हां रात्रीं घड्याळ लावणें असेल किंवा किती वाजले ते घड्याळाशिवाय पाहणें असेल तेव्हां मध्यान्हीं (ऊर्ध्व याम्योत्तर वृत्तांत म्हणजे ध्रुव आणि खस्वस्तिका मधून जाणाऱ्या दक्षिणोत्तर रेषेंत) असलेल्या तारेच्या विषुवांशांत त्या दिवशींचे मध्यम रवीचे विषुवांश वजा करावे. बाकी जितकी मिनिटें राहतील तितके (दुपारचे १२ वाजल्या नंतर) वाजले असें समजावें.

परिशिष्ट दुसरें.

ग्रहादिकांचीं कांहीं मानें.

नांव	सूर्यापासून मध्यम अंतर: पृथ्वीचें १ धरून	मैल लक्ष	पृथ्वीपासून अंतर मैल लक्ष: महत्तम	लघुत्तम	कक्षा केंद्रच्युति	विक्षेप अं.	क.	मध्यम व्यास मैल	घनता पाणी १	पृथ्वी १	अक्षभ्रमणकाल	सूर्यप्रदक्षिणाकाल	कक्षातिर्यक्त्व कोन अं.	क.	[illegible]	पृष्ठभागीं आकर्षण पृथ्वीचें १	कर्तन सेकंदास मैल	आकार किंवा घनफळ पृथ्वी १	द्रव्य पृथ्वीचें	सूर्यबिंबप्रकाश ... पृथ्वीचा १
रवि	०		९३८	९.८				८६००००	१.४४	०.२६	२५।२६ दिवस					२७.७		१२९७९८८	३२६९०७	
											ता. मि. से.	दिवस.								
बुध	०.३८७	३५.७	१३६९	४७.७	.२०५६	७	०	२९९२	६.८५	१.२१	२४ ५ ३१	८७.९७	१			०.४	२९.६	१/१८	१/१५	६.७
शुक्र	०.७२३	६६९	१६१०	२३६	.००६८	३	२४	७६६०	५.२१	०.८५	२३ २१ ३१	२२४.७०	५०	५८		०.८	२१.९	०.९	०.७७	१.९
पृथ्वी	१.०	९२३			.१६८			७९१८	५.६६	१.००	२३ ५६ ४	३६५.२६	२३	२७		१.०	१८.४	१	१	१
मंगळ	१.५२३५	१४०.५	२४७६	३३८	.०९३३	१	५१	४२११	४.१७	०.७४	२४ ३७ २३	६८६.९८	२८	५१		०.४	१५.०	०.१५	१/९	१/७
												वर्षें.								
गुरु	५.२०२८	४८०२	५९७२	३६३२	.०४८३	१	१९	८६०००	१.३८	०.२४	९ ५५ २०	११.८६	३	४		२.६	८.१	१२८१	३१२	१/२७
शनि	९.५३८८	८७०.५	१००३६	७३०१	.०५६०	२	३०	७०५००	०.७५	०.१३	१० १४	२९.४६	२६	४९		१.२	५.९	७०६	९३	१/९१
प्रजापति	१९.१८३	१७७०	१९४६	१६०४	.०४६६	०	४६	३१७००	१.२८	०.२३	अज्ञात	८४.०२	१००	२०		०.९	४.२	६४	१५	१/३६८
वरुण	३०.०५४	२७७५	२९२९	२६६२	.००८९	१	४७	३४५००	१.१५	०.२०	अज्ञात	१६४.७८	१	..		०.९	३.४	८३	१७	१/९१२

परिशिष्ट दुसरें.

उपग्रहांचीं कांहीं मानें.

चंद्र (पृथ्वीचा उपग्रह).		इतर ग्रहांचे उपग्रह.							
		उपग्रह.	मुख्य ग्रहापासून अंतर मैल.	विक्षेप. अं.	विक्षेप. क.	व्यास मैल.	प्रदक्षिणा काल दि.	प्रदक्षिणा काल ता.	प्रदक्षिणा काल मि.
पृथ्वीपासून मध्यम अंतर मैल	२३८८१८	मंगळाचे	सहस्र						
" महत्तम "	२५२९४८	१ फोबोस	६	२६	६	५ते२०	०	७	३९
" लघुत्तम "	२२१५९३	२ डीमोस	१४॥	२६	६	१०ते[illegible]	१	६	१८
कक्षाकेंद्रच्युति	·०५४९	गुरूचे							
विक्षेप मध्यम	५° ९'	१ आयो	२६	३	४	२३००	१	१८	२९
" महत्तम	५ १४	२ युरोपा	४१४	३	५	२१००	३	१३	१८
" लघुत्तम	५ ४	३ गानिमिडि	६६१	३	९	३५००	७	४	०
वैषुवक्षितिजलंबन मध्यम	५७ ३"	४ कालिस्टो	११६२	३	२८	२९००	१६	१८	५
" " महत्तम	१ १ २९	शनीचे							
" " लघुत्तम	५३ ५१	१ मिमास	१२१	२८	०	१०००	०	२२	३७
दृश्यबिंब मध्यम	३१ ५	२ एनसिलाडस	१५५	२८	०		१	८	५३
" महत्तम	३३ ३०	३ टेथीस	१९१	२८	१०	५००	१	२१	१८
" लघुत्तम	२९ २१	४ डायोने	२४६	२८	१०	५००	२	१७	४१
व्यास मैल	२१६०	५ ऱ्हीया	३४३	२८	११	११००	४	१२	२५
पृष्ठफळ (पृथ्वीचें १ धरून)	·०७४२	६ टिटान	७९६	२७	३४	३३००	१५	२२	४१
आकार (घनफळ) "	·०२०२	७ हिपेरिअन	९६२	२८	०		२१	७	८
द्रव्य "	·०१२२८	८ जापेटस	२३१४	१८	४४	१८००	७९	७	५५
घनता "	·६	प्रजापतीचे							
" पाण्याची १ धरून	३·४६	१ एरियल	१२३	९७	५१		२	१२	२९
आकर्षण पृथ्वीचें १ धरून	·१७	२ अंब्रिल	१७१	९७	५१		४	३	२८
अमावास (चांद्रमास) दिवस	२९·५३	३ टिटानिया	२८१	९७	५१		८	१६	५६
नाक्षत्रमास "	२७·३२	४ ओबेरान	३७६	९७	५१		१३	११	७
राहु प्रदक्षिणा वर्षे	१८·६	वरुणाचा							
उच्च प्रदक्षिणा वर्षे	८·८५	१	२२०	१४५	७		५	२१	३